



ESTUDIO LÍNEA DE BASE
HUMEDAL Y PARQUE EL CULEBRÓN
COQUIMBO



RESUMEN EJECUTIVO



Septiembre 2017

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

1 HISTORIAL DE INICIATIVA

A nivel mundial, ya hace algunos años ha ido en incremento la preocupación sobre la calidad de los humedales, ante lo cual se han empezado a tomar medidas para la restauración de estos ecosistemas, logrando la recuperación y valoración de éstos, no solo por parte de la comunidad científica, sino también por parte de los ciudadanos que viven cerca de estos ecosistemas. Sin embargo, muchas de estas iniciativas se han llevado a cabo principalmente en países desarrollados, los que presentan ambientes muy deteriorados producto de las actividades que se realizaban en sus inmediaciones (construcción de vivienda, instalación de industrias, agricultura y ganadería intensiva, etc.), lo que, sumado a los escenarios de cambio climático, estaban destruyendo en forma masiva estos ecosistemas (Rodríguez et al, 2009; Hidalgo et al, 2009).

Esta situación antes descrita, tampoco es ajena a la realidad chilena, donde muchos de estos ecosistemas se han visto amenazados por el crecimiento urbano, tanto de las grandes urbes (como en el caso de Concepción), así como en las ciudades intermedias, como La Serena-Coquimbo. En esta última, el crecimiento urbano ha sido explosivo entre mediados del Siglo XX y comienzos del Siglo XXI, trayendo consigo la disminución en parte de la superficie del humedal estuarino, en la desembocadura siendo los principales factores de impacto el desarrollo inmobiliario, la construcción de dos rutas primarias (Panamericana Norte y la Avenida Costanera), y la disposición de un relave minero, el que hoy se encuentra inactivo (Cavieres Hidalgo, 2014; Cerasa Arellano & Martínez Santelices, 2007; Luna Quevedo & Mena Jara, 2006; Rivera V, Quiroz J, & Arancibia F, 2009).

Ante estas amenazas, se hace imperante la necesidad de proteger este sistema, no solo porque constituyen zonas de alta biodiversidad y productividad, son áreas de refugio, alimentación y reproducción de numerosas especies, que representan importantes puntos de escala para las aves migratorias y ofrecen una interesante oportunidad para desarrollar investigación científica, sino también por los servicios ecosistémicos que ofrecen a la comunidad, sobre todo ante los actuales escenarios de cambio climático, ya que sus condiciones de regulación térmica y humedad constante en el tiempo, ayuda a regular el clima local, ofreciendo aire limpio y puro, tanto para las personas que viven en sus alrededores, como para la Bahía de Coquimbo (CONAF, 2013; IPCC, 2013/14; Santibáñez, 2014). La Comisión Europea, en el año 2009 ya promulgaba la importancia que tienen las turberas, los humedales, el suelo, los bosques y los océanos en la absorción y acumulación de carbono, como paliativo a los efectos del cambio climático.

Sin embargo, no todo el valor de este ecosistema está dado en el humedal, en la parte alta de la cuenca urbana existen zonas fosilíferas de muy alto valor paleontológico donde afloran sedimentos de la Formación Coquimbo que contienen abundantes y diversos invertebrados fósiles como gastrópodos, bivalvos y cirripedios, así como fragmentos de huesos de mamíferos

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

marinos, dientes y vértebras de condrictios y peces óseos. Las áreas definidas bajo esta categoría poseen un riesgo de degradación muy alto y deben ser, esencialmente, reservadas para uso científico.

Es por estas razones que este ecosistema ha sido considerado como Sitio Prioritario dentro de la “Estrategia de Biodiversidad de la Cuarta Región” (CONAMA, 2002), y hoy en día está siendo fuertemente presionado debido al desarrollo urbano que se ha generado en sus cercanías.

Bajo dicho contexto, la Ilustre Municipalidad de Coquimbo ha solicitado realizar un estudio de línea de base que permita definir el estado actual del Humedal y Parque El Culebrón, con la finalidad de elaborar un Plan Maestro para el desarrollo sustentable de esta área. Con esta información, se podrá iniciar gestiones para consolidar un Parque Comunal, que permita su protección y constituya un espacio para el esparcimiento y educación ambiental.

El presente documento constituye el resumen ejecutivo del plan de manejo del ecosistema El Culebrón elaborado en base a una caracterización (línea de base) y un diagnóstico del área desde el punto de vista técnico, social y legal, donde se logró establecer características y valores espaciales en el área de estudio a través de un análisis territorial. Lo anterior, con la finalidad de establecer una propuesta de zonificación para regular los usos y actividades permitidas, restringidas y prohibidas, que permitan orientar las acciones y/o medidas a desarrollar, de manera de asegurar una adecuada compatibilidad entre los intereses de conservación de los recursos biológicos y el patrimonio cultural de la cuenca El Culebrón, con aquellos de la comunidad y actores locales. Finalmente, se establecieron programas de gestión y difusión con énfasis en las zonas más vulnerables.

2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se encuentra localizada en el extremo sur de la bahía de Coquimbo a 1,5 km al norte del centro de la ciudad (Figura RE - 1). Administrativamente, el área se encuentra inserta en la comuna de Coquimbo, provincia homónima, IV Región. Se ubica en una zona netamente urbana, delimitado por los sectores poblacionales Baquedano, San Juan y La Cantera. Además, el Humedal y Estero El Culebrón forman parte de la diversa red de sistemas de humedales costeros de la región de Coquimbo, dentro de la Bahía del mismo nombre. Este ecosistema está conformado por el estero El Culebrón, su laguna estuarina (humedal) y el Parque Urbano, ubicado en el costado poniente de la cuenca urbana, tal como se observa en la Figura RE - 2.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 1: Ubicación General del Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

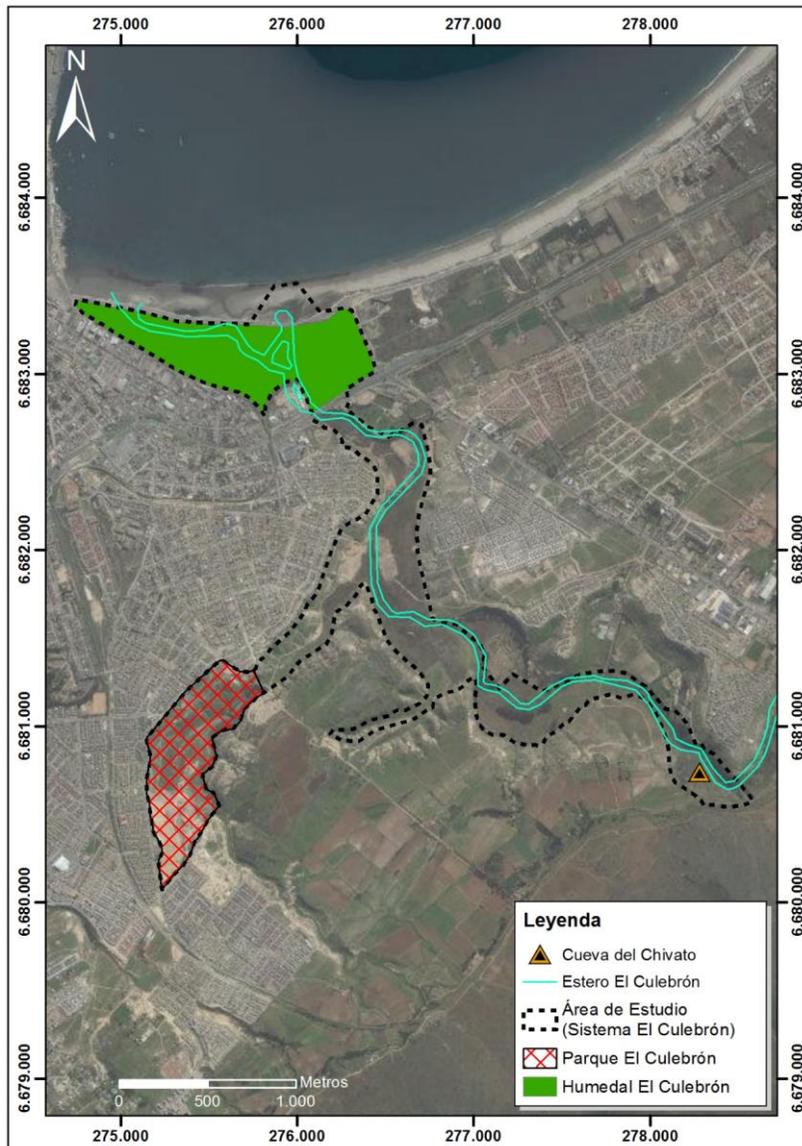
El estero corresponde al principal cuerpo de agua superficial natural de la microcuenca de Pan de Azúcar y desemboca en el Océano Pacífico en el sector de Playa Changa, el cual posee una longitud aproximada de 18 km, y presenta un régimen pluvial, recibiendo aportes también de las quebradas Peñuelas por el norte, La Laja y Cruz del Caña por el este y Agua de Romero por el oeste (Godoy, 2012).

El Humedal es del tipo “estuarino” con un subsistema del tipo intermareal, de la clase espejo de agua con vegetación emergente y arena cuyo régimen de agua es permanente. Su condición permite un intercambio dinámico de flujos entre aportes de agua salada y dulce.

El Parque Urbano corresponde a los sectores arborizados de las quebradas de la Ballena y San Juan y su confluencia. Se distingue por una mayor cobertura vegetal debido a que existen esteros subterráneos. La mayoría de las especies presentes en el lugar es producto de intervenciones antrópicas cuyo objetivo es la generación de un área verde comunal.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 2: Área del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

3 LÍNEA DE BASE

3.1 Hidrología e Hidrogeología

El desarrollo de la línea de base de Hidrología-Hidrogeología fue realizada mediante una revisión en gabinete y una visita en terreno para caracterizar las condiciones actuales de dicho componente.

Durante la revisión bibliográfica, se levantaron las características físicas y químicas del área del estudio, permitiendo dar cuenta del origen de la cuenca y sus formaciones hidrogeológicas. Para esto, se revisaron numerosos estudios y publicaciones, complementando con información extraída desde páginas web oficiales, como la Dirección General de Aguas (DGA), datos cuantitativos de la hidrología del lugar, así como también de los pozos de monitoreo cercanos al área.

En cambio, en la visita a terreno, se recorrió el área de estudio, estableciendo puntos de mayor interés y relevancia hidrológica e hidrogeológica, e identificando los usos actuales y la infraestructura asociada.

3.1.1 *Revisión Bibliográfica*

De acuerdo con el Inventario Público de Cuencas Hidrográficas de la Dirección General de Aguas, el estero El Culebrón, se encuentra inmerso en una subcuenca costera, entre las cuencas de los ríos Limarí y Elqui. Hacia 2012, se estimaba una superficie de la cuenca del estero en 211 km² con usos preferentes en riego, tanto para hortalizas como para productos frutales.

Su desembocadura, caracterizada por la presencia del humedal estuarino del mismo nombre, se localiza en el sector de playa Changa. El humedal, localizado en la zona baja del estero, tiene una formación con fuerte influencia de vientos y las corrientes de agua, así como también de la variación mareal. El anegamiento constante, permite un intercambio de flujos del agua salada y dulce, dando el carácter de estuario (CONAMA, 2009).

Aguas arriba, las principales quebradas aportantes corresponden a Maitencillo, Martínez, Cerrillos, El Sauce y Agua de Romero. En relación con el sistema de recarga del estero, este es de carácter subterráneo y superficial.

Respecto a la geología, el estero El Culebrón, se encuentra inserto en el Valle de Pan de Azúcar, cuyo basamento rocoso logra profundidades máximas de hasta 800 metros y con al menos tres estratos claramente identificados, siendo estos los siguientes (Figura RE - 3):

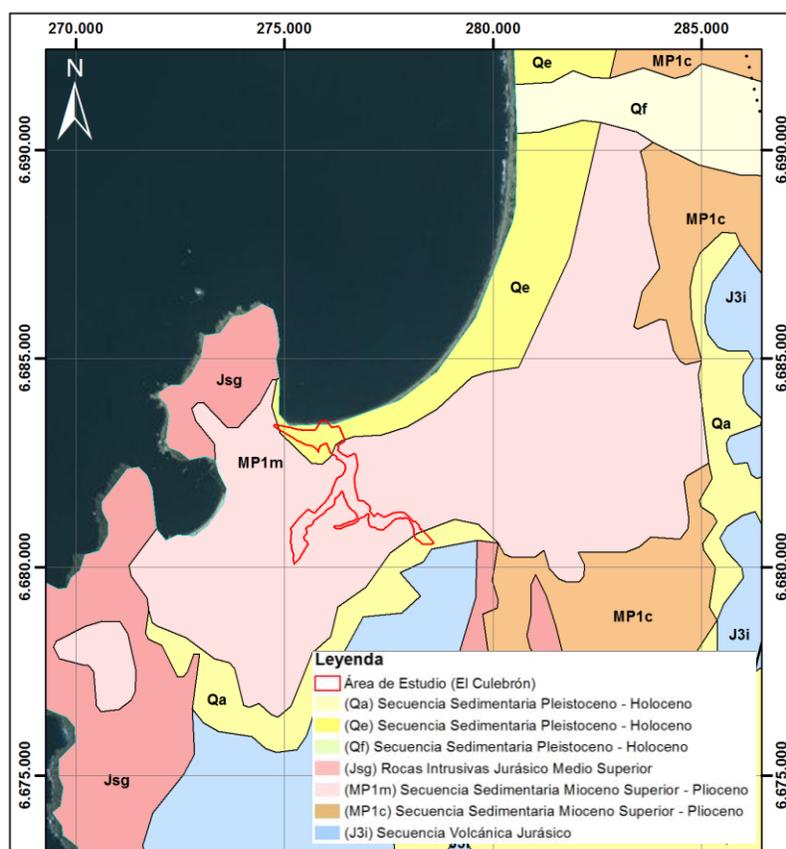
Comentado [TC1]: En cada uno de los puntos correspondiente a la línea Base solo pongan la introducción del Punto y las conclusiones, no detallen. Las metodologías sólo indíquelas en la introducción, ej: Rev. Bibliográfica, Terreno, etc. Y si es necesario una tabla o imagen que resuma el ítem... Lo mismo para Flora, Geología, Fauna, etc.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

- **Secuencia Sedimentaria Pleistoceno - Holoceno (Qe):** Depósitos eólicos: arenas finas a medias con intercalaciones bioclásticas en dunas y barjanes tanto activos como inactivos. En las regiones I a VII: dunas de Santo Domingo y Quivolgo.
- **Secuencia Sedimentaria Pleistoceno - Holoceno (Qa):** Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos.
- **Secuencia Sedimentaria Mioceno superior - Plioceno (MP1m):** Secuencias sedimentarias marinas transgresivas: areniscas, limolitas, coquinas, conglomerados, calizas y fangolitas. En la costa, regiones II a VIII: formaciones La Portada, Bahía Inglesa, Coquimbo, Navidad y Tubul.

Figura RE - 3: Unidades Geológicas del Estero El Culebrón



Fuente: Elaboración propia a partir de "Mapa Geológico de Chile", Sernageomin, 2003.

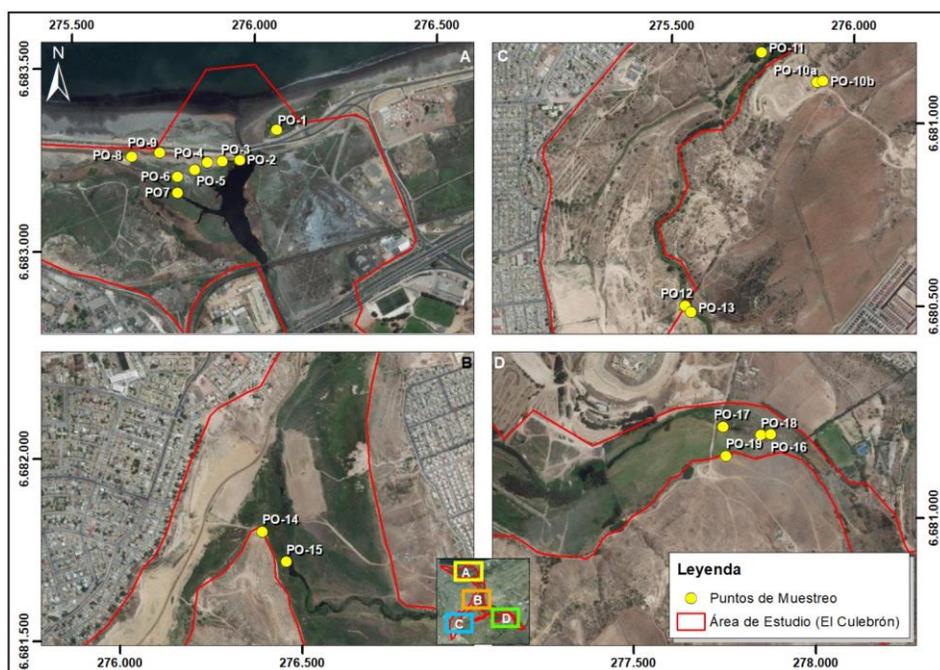
RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

3.1.2 Trabajo en Terreno

Hacia 2012, se estimaba que un 67% del recurso hídrico del estero estaba destinado a la agricultura, el 19% a la minería y el 14% para agua potable. Durante la visita a terreno, se identificaron 19 puntos de observación (Figura RE - 4), los que se determinaron de acuerdo con la presencia de agua y a la evidencia de intervención de las riberas del humedal y parte del estero mediante relleno de material, destacándose entre estos el PO-3 (**Fotografía RE - 1**), por presentar condiciones de relleno del cauce; el punto PO-8, donde se detectó una obra de canalización cuyo contenido no pudo ser identificado (**Fotografía RE - 2**); el punto PO-10c, donde se evidencian huellas de erosión hídrica, principalmente cárcavas pequeñas generalmente de sección transversal en V (**Fotografía RE - 3**); y finalmente el punto PO-16, donde se evidenció la formación de canales y la implementación de puentes rudimentarios para facilitar el cruce del cauce y de estos; sin embargo, a la fecha de la visita, no se evidenció escurrimiento de agua (Véase **Fotografía RE - 4**).

Figura RE - 4: Ubicación de Puntos de Observación en el Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo



Fotografía RE - 1: Riberas del Humedal (PO-3)



Fotografía RE - 2: Tapa de alcantarillado (PO-8)



Fotografía RE - 3: Panorámica brazo oeste del Estero, se evidencia cárcavas (PO-10c)



Fotografía RE - 4: Puentes 1. (PO-16)

3.1.3 Conclusiones

La hidrografía e hidrogeología de la subcuenca del estero El Culebrón, le otorgan características que permiten la recarga del acuífero tanto por corrientes subterráneas como superficiales siendo estas últimas desde quebradas, y por infiltración desde canales de riego.

El uso principal e histórico corresponde al riego orientado a hortalizas y frutales, sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el volumen destinado a otras actividades como la minería y el abastecimiento de agua potable. Esto ha llevado a un aumento en la solicitud y otorgamiento de derechos de agua, lo que vagenerando un déficit y declaratorias de restricciones de uso.

La intervención de la zona por diferentes actividades antrópicas ha llevado al deterioro de la cuenca, trayendo impactos asociados a rellenos, compactación, extracción de material, habilitación de caminos y rutas no autorizadas, entre otros, que modelan, junto a la erosión

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

hídrica, cárcavas que aumentan la pérdida de suelo e incrementan los niveles de sedimentación en los lechos.

Tras el desarrollo de la línea de base, se denota la ausencia de planificación del uso de agua, por lo que resulta indispensable establecer regularizaciones de consumo que converjan con las capacidades de sustento de la cuenca.

3.2 Flora y Vegetación

Desde el punto de vista biogeográfico, esta zona se encuentra en la Región Ecológica del Matorral y del Bosque Esclerófilo, Subregión del Matorral Estepario, e inserta en el Piso Vegetacional Matorral Desértico Mediterráneo Costero (Gajardo, 1994; Luebert y Pliscoff, 2006). Esta subregión presenta ciertas limitantes naturales como las de tipo hídrico (precipitaciones bajas e irregulares) y, las provocadas por la acción antrópica. En esta última destaca una intensa presión de explotación por pastoreo y extracción de leña en el pasado, lo que ha alterado la fisonomía original de la vegetación, quedando ahora comunidades de arbustos bajos, con una densa estrata de hierbas anuales. Esta estrata herbácea es temporal, pues aparece después de las primeras lluvias invernales, alcanzando su mayor crecimiento en primavera y secándose en período estival (Gajardo, 1994; Luna y Mena, 2006)

Esta zona posee, además, una extensa y compleja red de humedales de significativa biodiversidad. El Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo está conformado por 8 humedales, siendo estas: Estero Culebrón, Laguna Adelaida (o Lagunillas), Estero de Tongoy, Lagunas Salinas Chica, Salinas Grande, Estero Pachingo, Laguna Saladita (o Punta Teatinos) y Desembocadura del Río Elqui. Los humedales mencionados funcionan como centros de alta biodiversidad -comparativamente con el resto de los ambientes de su alrededor- y su importancia individual se incrementa al considerarlos como parte de una cadena de sitios insertos en una región semiárida y altamente desertificada. Es así como esta red constituye un hábitat singular para el establecimiento y desarrollo de la biota terrestre y acuática. Se trata de sitios particularmente valiosos así como escasos, que cumplen una importante función como lugar de descanso y alimentación para numerosas aves migratorias neotropicales (Luna y Mena, 2006).

Para llevar a cabo este levantamiento se recopiló y sistematizó toda la información que existe sobre el área de estudio con la finalidad de identificar los "gaps" (áreas de alto valor florístico) y levantar nueva información relevante para la elaboración de la línea de base de flora y vegetación. Los antecedentes recopilados se sistematizaron y almacenaron en la base de datos del proyecto. Además, se revisó la información, tanto bibliográfica como cartográfica, necesaria para una descripción detallada del área de estudio.

Posteriormente, se identificaron las comunidades vegetales bajo el enfoque fisionómico-estructural considerando aspectos cuantitativos (abundancia, cobertura, dominancia) y cualitativos (composición florística, fisonomía, estructura). La metodología se basa en la "Carta

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

de Ocupación de Tierras” desarrollada por el “Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger” (CEPE) de Montpellier, Francia; cuya idea central es proporcionar una representación, lo más objetiva posible, de la vegetación y su estado actual. La vegetación es clasificada en función de su estructura (formación, tipo biológico, cobertura), especies dominantes, formaciones vegetales y grado de intervención o artificialización.

Para la caracterización florística de las comunidades vegetales identificadas se realizó un total de 40 transectos, de 30 metros cada uno. En estos transectos, se establecieron cuadrantes de 1m² cada 10 metros, en los cuales se registró la presencia y cobertura de cada especie. La identificación de especies se determinó a través de caracteres morfológicos comparados con descripciones bibliográficas. Aquellas especies no identificadas en terreno fueron colectadas, y luego clasificadas utilizando claves, manuales y/o comparación con material de herbario.

3.2.1 Revisión Bibliográfica

Los estudios considerados para este trabajo corresponden a los realizados por Ormeño (2005) y Cerasa y Martínez (2007). Ambas investigaciones presentan un listado de las especies presentes en los sectores relacionados con el estero El Culebrón, concentrando sus esfuerzos en el humedal. Sin embargo, no identifican las comunidades vegetales presentes, por lo que no existe una cartografía temática detallada asociada a dichas comunidades. En el trabajo de Cerasa y Martínez (2007) se elaboró una cartografía general de la presencia de las especies dominantes del sector, identificando siete macrozonas cuya delimitación obedece a unidades fisiográficas. Asimismo, en la propuesta de zonificación realizada por Luna y Mena (2006), se identifican tres macrozonas que tienen relación con formaciones vegetales; a saber: sectores húmedos no inundados, sectores inundados, cuerpos de agua y sectores de agua estancada; no obstante, las descripciones de flora en dichas zonas se basan en los antecedentes aportados por Ormeño (2005), y Cerasa y Martínez (2007). Estudios anteriores al de Ormeño 2005, tales como los de González (1994) y Corporación Ambientes Acuáticos de Chile/CAACH (2003) también corresponden a listados taxonómicos de especies potenciales posibles de encontrar en el área.

3.2.2 Trabajo en Terreno

Durante la campaña de terreno se validó, actualizó y complementaron los antecedentes florísticos en los estudios analizados anteriormente, así como también se identificaron, describieron y cartografiaron las comunidades vegetales delimitadas durante la fase de fotointerpretación. Para tales efectos se replantearon en terreno 40 puntos de muestreo en los cuales se realizaron transectas de 30 m donde se identificaron las especies encontradas, su grado de dominancia, la estructura vertical y el porcentaje de cobertura (abierto, 0-50%; semidenso, 50-75%; y denso, 75-100%).

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Las principales coberturas del suelo identificadas corresponden a formaciones vegetales dominadas por herbáceas (32%), matorrales (26%) y áreas desprovistas de vegetación (25%) que incluyen, canchas deportivas, construcciones rurales, sectores urbanizados, y áreas de relleno y acopio. Respectos a las formaciones herbáceas, se destaca la presencia de vegetación halófito y helófito asociada a ecosistemas humedales, presentando condiciones de anegamiento permanente o estacional y que, sumado a los cuerpos de agua, cubren una superficie de 32 hectáreas, equivalentes al 16% de la superficie total del área de estudio. Por su parte, la vegetación halófito localizada en cordones dunarios y terrazas fluvio-marinas son relevantes en términos de superficie puesto que cubren el 12% del área total (25 hectáreas).

Los cuerpos de agua, directamente relacionados con el estero El Culebrón, es una de las coberturas más relevantes desde el punto de vista ecológico. Esta unidad recorre una superficie de 5,8 hectáreas (3%), protegida por una vegetación herbácea helófito-ripariana de 15,5 hectáreas, equivalente al 7% del área de estudio.

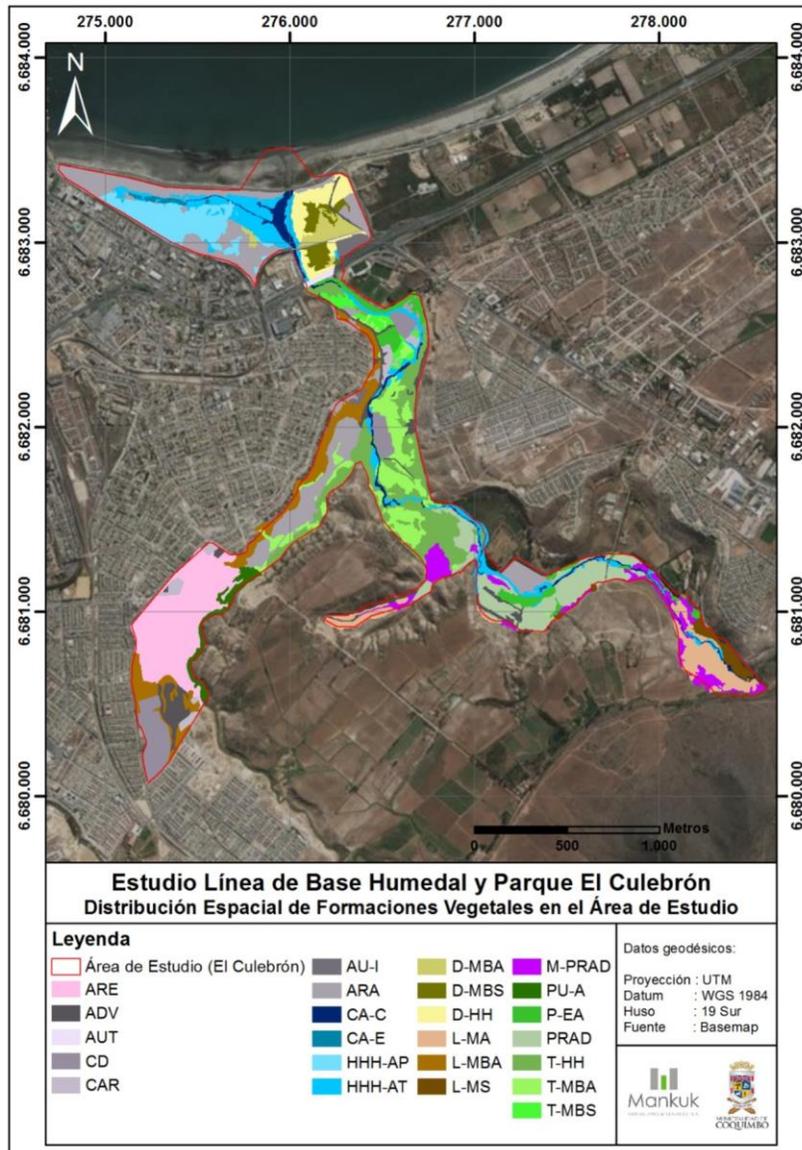
Respecto a los matorrales, se diferencian las formaciones de matorrales bajos (< 0,5 m de altura) que alcanzan las 42,5 hectáreas (20% del área total) de la formación de matorral alto (> 0,5 m de altura) que cubre una superficie de 11 hectáreas (5,3% del área total). Esta última se localiza en la parte media/alta de la cuenca del estero El Culebrón y se caracteriza por la presencia de especies endémicas con problemas de conservación, entre las cuales se destacan algunas cactáceas.

Por su parte, en las quebradas La Ballena y San Juan se encuentra una importante área destinada a la restauración ecológica (22 hectáreas; 12%), la que en conjunto con zonas previamente arborizadas (3,2 hectáreas; 1,5%) conforman el denominado Parque Urbano El Culebrón.

Por último, en las áreas rurales es posible observar plantaciones arbóreas, forestadas con especies de los géneros Eucalyptus y Populus. Estas áreas cubren una superficie de 5,9% correspondiente al 3% del área de estudio. La distribución espacial de estas áreas se puede observar en la Figura RE - 5.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 5: Distribución Espacial de Formaciones Vegetales en el Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Además, en el área de estudio se identificaron 11 comunidades vegetales cuyas características responden a las condiciones fisiográficas de los sectores analizados, a la disponibilidad hídrica, y a los niveles de intervención antrópica. En términos de superficie, las comunidades más importantes son *Distichlis spicata* - *Sarcocornia fruticosa*, *Oxalis gigantea* - *Heliotropium stenophyllum*, *Heliotropium stenophyllum* - *Distichlis spicata* y *Heliotropium stenophyllum* - *Haplopappus* sp. que en conjunto cubren el 32 % del área de estudio. Le siguen *Distichlis spicata* - *Sarcocornia fruticosa* - *Schoenoplectus pungens*, *Typha angustifolia* - *Scirpus californicus* - *Eleocharis macrostachya* y *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata* - *Sarcocornia fruticosa* con un 14%.

Respecto a la Flora, se registraron 200 especies vegetales, de las cuales un 56,5% correspondió a especies nativas y un 43,5% a especies introducidas. En relación con su estado de conservación, la mayoría de las especies se encuentran en la categoría "Fuera de Peligro", aunque se encontraron 10 especies en categoría "Insuficientemente Conocidas", 13 en categoría "Vulnerable" y 2 "En Peligro".

3.2.3 Conclusiones

Basado en la revisión bibliográfica y en el trabajo de terreno, se constató la presencia de 200 especies de las cuales un 56,5% correspondió a especies nativas y un 43,5% a especies introducidas. Del total de especies registradas, 25 especies presentan una condición de protección, de las cuales 10 se encuentran en la categoría "Insuficientemente Conocidas", 13 catalogadas como "Vulnerable" y 2 "En Peligro".

En cuanto a las formaciones vegetales, el área se encuentra dominada por herbáceas (32%) y matorrales (26%). Respecto a las formaciones herbáceas, es importante destacar la presencia de vegetación halófila y helófila. Mientras que en las formaciones matorrales, se diferencian los matorrales bajos, que cubren el 20% del área total, y el matorral alto, que abarca el 5,3%; esta última, localizada en la parte media/alta de la cuenca, se caracteriza por la presencia de especies endémicas con problemas de conservación, entre las cuales se destacan algunas cactáceas.

Los cuerpos de agua, directamente relacionados con el estero El Culebrón, son una de las coberturas más relevantes desde el punto de vista ecológico. Esta unidad abarca una superficie de 5,8 hectáreas (3%), la cual se encuentra protegida por una vegetación herbácea helófito-ripícola que abarca una superficie de 15,5 hectáreas, equivalente al 7% del área de estudio.

En las quebradas La Ballena y San Juan se encuentra una importante área destinada a la restauración ecológica (22 hectáreas; 12%), la que en conjunto con zonas previamente arborizadas (3,2 hectáreas; 1,5%) conforman el denominado Parque Urbano El Culebrón.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Respecto a las comunidades vegetales, se identificaron y cartografiaron 11 unidades que, términos de superficie, las más importantes son *Distichlis spicata* - *Sarcocornia frutescens*, *Oxalis gigantea* - *Heliotropium stenophyllum*, *Heliotropium stenophyllum* - *Distichlis spicata* y *Heliotropium stenophyllum* - *Haplopappus* sp. que en conjunto cubren el 32 % del área de estudio. Le siguen *Distichlis spicata* - *Sarcocornia frutescens* - *Schoenoplectus pungens*, *Typha angustifolia* - *Scirpus californicus* - *Eleocharis macrostachya* y *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata* - *Sarcocornia frutescens* con un 14%.

3.3 Fauna Terrestre

En este estudio se describe la fauna de vertebrados del Humedal y Parque El Culebrón, con la finalidad de entregar una base de este componente. En este sentido, los humedales costeros son ecosistemas caracterizados por una alta biodiversidad relacionada a sus características hídricas, geomorfológicas y fisicoquímicas, con suelos que conservan la humedad y pueden mantener la productividad. Estas características generan una alta presión antrópica que amenaza la diversidad asociada, donde destaca una mayor concentración de aves migratorias, muchas de las cuales utilizan estos ecosistemas como sitios de anidación y/o en etapas determinantes del ciclo reproductivo (cotejo, incubación, crianza, etc.). Por ello, el proyecto de Humedal y Parque El Culebrón permitirá definir y conservar el área de influencia del proyecto como un sitio prioritario para la conservación.

Para llevar a cabo este estudio, se realizó una recopilación y revisión de antecedentes bibliográficos, para pre-identificar las especies de fauna potencial (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y caracterizar el contexto biogeográfico en el que se sitúa el área de estudio. Para ello, se consideró la información existente en fuentes bibliográficas y online (SEIA, páginas WEB universitarias, tesis online, etc.) sobre distribución (latitudinal y altitudinal) y usos de hábitat de la fauna terrestre avaladas por el Ministerio de Medio Ambiente. Dichas fuentes fueron añadidas en la bibliografía. La literatura especializada en fauna fue utilizada para la identificación y descripción de individuos, la cual contiene trabajos que reúnen diversas clases de vertebrados tales como el de Ramírez & Pincheira - Donoso (2005), Vidal & Labra (2008), SINIA, entre otros. Entre esta bibliografía específica para la identificación de cada una de las clases de vertebrados terrestres, se recurrió a la presentada en la Tabla RE - 1:

Tabla RE - 1: Fuentes Bibliográficas de Fauna Vertebrados Terrestres

Componente	Literatura
Anfibios	Cei (1962), Díaz-Páez & Ortiz (2003), Rabanal & Nuñez (2009), Urra (2013)
Reptiles	Núñez & Jaksic (1992), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Demangel (2016)
Aves	Jaramillo (2005), Chester (2008), Aves de Chile (2014), Ebird (2014)
Mamíferos	Mann (1978), Muñoz-Pedrerros & Yáñez (2000), Iriarte (2007), Iriarte (2011)

Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Además, se efectuó una fotointerpretación del área de influencia, con la finalidad de definir puntos potenciales de muestreo. Tanto el número y distribución de los puntos de muestreo, como los métodos a utilizar, se definieron de acuerdo con las características geográficas y tipos de hábitats, con el fin de identificar los lugares donde se podrían registrar diversas comunidades faunísticas.

La técnica de muestreo se basó en un muestreo de tipo preferencial estratificado (Quinn y Keough, 2002), debido principalmente a la extensión del área de estudio, en la que se observaron distintos tipos de ambientes y condiciones geomorfológicas. Este muestreo se caracteriza porque los puntos de muestreo se sitúan en unidades consideradas típicas o representativas sobre la base de los criterios que define la fotointerpretación, elemento central en la definición y posterior caracterización de los ambientes para fauna.

El muestreo estratificado se realizó asociando unidades de vegetación relativamente homogéneas para la fauna con la gran variabilidad ambiental presente en el área de influencia directa, tales como el grado de influencia hídrica del Estero El Culebrón, uso del suelo y la influencia antropogénica, entre otros.

Esta técnica de muestreo fue también adaptada para optimizar el trapeo de micromamíferos y asociar las metodologías específicas del resto de los grupos taxonómicos, al realizado en roedores (especialmente durante las mañanas y las tardes). El muestreo preferencial estratificado tiene ventajas sobre el muestreo aleatorio en términos que incrementa la precisión de los parámetros poblacionales (Quinn y Keough, 2003).

3.3.1 *Revisión Bibliográfica*

De acuerdo con la clasificación vegetal de Gajardo (1994), el área de estudio se inserta dentro de la subdivisión del matorral estepario costero, con importante influencia antrópica, comprendiendo una faja discontinua del territorio que ocupa las planicies y macizos montañosos cercanos al océano, por lo cual se observan terrenos arenosos en el ambiente (Gajardo 1994). Este se encuentra dominado por el clima mediterráneo semiárido, con baja amplitud térmica, además de una importante presencia de neblinas y humedad debido a la influencia marítima.

Geomorfológicamente, el proyecto se ubica principalmente dentro de la región de las planicies litorales de la Región de Coquimbo, bajo la Cordillera de la Costa, que corresponden a terrenos planos que se extienden latitudinalmente por el borde costero y que son fragmentados por los valles ligados a los regímenes hídricos, en este caso derivado del Estero El Culebrón.

En términos de la diversidad faunística, en la región se encuentran 4 especies de anfibios, 19 especies de reptiles, 121 especies de aves y 16 especies de mamíferos, con mayor presencia de especies endémicas y con algún grado de conservación por parte de la herpetofauna. No obstante, la región en la que se enmarca el proyecto se encuentra bajo una importante presión

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

antrópica, existiendo un contraste en relación con la riqueza y abundancia, con menor cantidad de especies registradas, y un aumento notable en la vulnerabilidad de estas especies (Iriarte 2007, SINIA). En este lugar se reconoce una riqueza potencial correspondiente a 182 especies, dentro de la cual se señalan 48 especies bajo alguna categoría de conservación a nivel nacional

En la Región de Coquimbo, en el caso de los anfibios, se encuentran cuatro especies, dos de la familia Bufonidae, uno de la familia Calyptocephalellidae y otro de los Leptodactylidae (Ortiz & Díaz-Páez 2006, Vidal & Labra 2008). En el caso de los reptiles, se presenta una alta diversidad, como consecuencia de los ecosistemas cálidos y también por sus múltiples valles intercordilleranos que han facilitado mecanismos de diversificación; sin embargo, las zonas de distribución son bastante restringidas.

Se han descrito 19 especies de reptiles (Mella 2005, Demangel 2016), 14 de las cuales son endémicas de Chile, aunque su número podría elevarse ante el avance de estudios moleculares (Díaz-Páez et al. 2008, Mella 2005). La gran mayoría de estas especies habita ambientes rocosos y pedregosos, generalmente psamófilas (hábitats arenosos) con especies comunes con Argentina (Pincheira-Donoso & Núñez 2005).

Respecto al grupo de las aves terrestres se han registrado aproximadamente 121 taxas, de las más de 182 especies registradas para la región de Coquimbo (SINIA), un número que concuerda para lo esperado en esta zona, especialmente al comparar con las más de 90 especies que habitan en la zona central de Chile (Vilina & Cofré, 2008). Para esta región se contabilizan 8 especies endémicas (SINIA, Aves de Chile), en ambientes de vegetación densa o con presencia de sotobosque, los cuales son importantes refugios de aves.

Respecto de los mamíferos, el estero se ubica en la región mastozoológica Neotropical (Osgood, 1943), caracterizada por grandes mamíferos como zorros y camélidos. Sin embargo, dentro de esta misma región existe contraste en relación con la riqueza y abundancia de mamíferos, existiendo menor cantidad de especies registradas de mastofauna en la región, (Iriarte 2007, SINIA), además presenta un bajo endemismo (Mella et al., 2002).

3.3.2 Trabajo en Terreno

Durante la campaña de terreno se detectó la presencia de 63 especies de vertebrados terrestres, lo que corresponde al 34,8% del listado potencial de especies pre-identificado para esta zona.

En el área de estudio se registraron específicamente, 698 ejemplares de vertebrados terrestres, correspondientes a 57 aves, 2 reptiles y 4 mamíferos, distribuidos en 55 géneros y 32 familias. La única clase taxonómica no representada fue la de los anfibios, la cual no presentó registros en el área de estudio. Como se menciona anteriormente, animales domésticos no han sido

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

considerados en el estudio, los cuales se observan por evidencias directas e indirectas, en prácticamente la totalidad de las zonas del área de estudio.

El ensamble taxonómico más representado fue el de las aves, con 678 individuos, lo que equivale al 97,1% de la abundancia total. Las aves fueron también el grupo con la mayor riqueza de especies detectadas, con 57 especies, correspondiente al 93.4% de la riqueza total.

La especie más abundante fue la gaviota dominicana (*Larusdomicanus*) con 131 avistamientos, seguido de las golondrinas chilena (*Tachycineta meyeni*) y de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca*), el trile (*Agelastichus thilius*), el pelicano (*Pelecanus thagus*) y el queltehue (*Vanellus chilensis*) con 41, 40, 38, 34 y 32 registros respectivamente. De manera similar, las especies más frecuentes fueron la golondrina chilena y el chincol (*Zonotrichia capensis*) avistados en 11 de las 20 estaciones de muestreo.

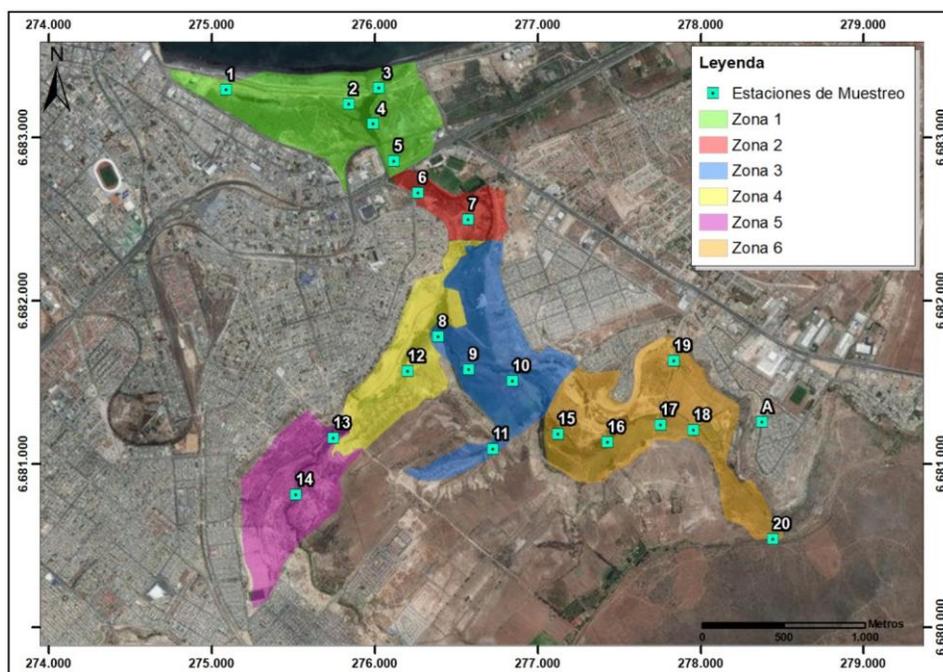
La transecta que presentó la mayor riqueza y abundancia de vertebrados terrestres fue la transecta T2, localizada en el sector sur del humedal de El Culebrón con 173 individuos y 32 especies. También, las transectas T4 (ubicado en el sector norte del humedal) y T16 (realizada a lo largo de un espejo de agua en el ambiente asociado al Estero El Culebrón, del sector noreste del área de estudio) presentaron una importante riqueza, con 15 especies cada una y más de 50 avistamientos. Estas estaciones fueron seguidas por las transectas T17, también ubicada en el sector noreste del área de estudio, y T14, localizada en el sector del "Parque El Culebrón", con 27 y 24 registros, respectivamente. Por otra parte, las transectas T11, T9 y T12, fueron las que presentaron una menor riqueza, debido probablemente al alto grado de influencia antrópica de la zona. No se contabiliza la transecta T20, debido a que esta zona se encontraba cercada. Las estaciones de muestreo analizadas se presentan en la

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 6.

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 6: Estaciones de Muestreo y Zonificación en Área de Estudio para Fauna Terrestre



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Conclusiones

En el área de estudio se definieron seis sectores de muestreo, determinados por la influencia hídrica (Estero El Culebrón), el nivel del impacto antrópico, las formaciones vegetacionales y las características geomorfológicas. De acuerdo con esto, se presenta cierta fauna específica que presenta una mayor asociación con microhábitats o condiciones ambientales particulares, que conforman ecosistemas más susceptibles a la ejecución del proyecto.

En la presente campaña se registraron 3 especies en categoría de conservación, de las cuales, una de estas especies se encuentra en categoría de amenaza. Esta especie corresponde al Lagarto de Zapallar (*Liolaemus zapallarensis*) la cual se encuentra en estado Vulnerable. Las otras especies en categoría de conservación corresponden a la garza cuca (*Ardeacoccyz*) y a la lagartija lemniscata (*L. lemniscatus*), las que se encuentran clasificadas como Rara y Preocupación menor, respectivamente.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el área de estudio se encontró una riqueza media-alta de especies ($H'=3.38$), compuesta por 63 taxas de vertebrados terrestres (34.8% de la fauna potencial), en la cual resaltamos la ausencia de avistamientos de la Clase *Amphibia*. Se observó una amplia variedad de especies nativas de fauna terrestre en las estaciones de muestreo, correspondiente al 90.5% de las especies avistadas.

Además, se registraron cuatro especies de movilidad reducida, los saurios, ya mencionados, y los micromamíferos capturados: Ratón oliváceo (*Abrothrixolivaceus*) y el ratón de cola larga (*Oligoryzomyslongicaudatus*). Además, se registraron seis especies introducidas, lo que, sumado al alto número de avistamientos de especies domésticas, da cuenta del alto grado de intervención antrópica presente en la zona.

En cuanto al muestreo estratificado, se observó que la mayor riqueza y abundancia de especies se presenta en el sector del Humedal El Culebrón, con una notable disminución de estos parámetros biológicos desde la Ruta 5 hacia el sureste del área de estudio. Sin embargo, también se avistó un gran número de fauna en los extremos sureste y suroeste, asociada al "Parque El Culebrón", y al microhábitat que otorga el Estero El Culebrón en sectores de menor intervención antrópica. Dichos sitios, presentan condiciones más favorables para la presencia de fauna nativa, como vegetación arbórea y arbustiva de mayor densidad, cuerpos de agua, así como también la presencia de superficies con mayor grado de pendiente y quebradas, lo que representa hábitats de mayor oferta trófica y con potenciales zonas de refugio contra depredadores.

Por otra parte, una importante disminución en los registros de la fauna en las zonas 2, 3 y 4, en la que se destaca un aumento considerable de la actividad humana, da cuenta del gran impacto que ejerce esta influencia antrópica sobre la diversidad faunística y el humedal, en la que destacamos la presencia de canchas de fútbol, pistas de motocross, zonas de pastoreo, sectores destinados a la deposición de desechos (o directamente "vertederos ilegales") y zonas de extracción de áridos.

Finalmente, se estima que, debido al alto grado de impacto antrópico en la zona central del área de estudio, el registro de la fauna nativa se ha concentrado en el sector del humedal y en menor medida, en las zonas de los extremos sur del área de estudio. En estas zonas se presenta una menor presión antrópica del medio, manteniendo condiciones vegetacionales e hídricas favorables para la fauna. Es también en esta zona donde se concentran los registros de fauna endémica, de baja movilidad y en categoría de conservación. Por ello, son estas zonas las que podrían presentar un mayor grado de susceptibilidad de generar un impacto en la fauna vertebrada nativa del área de estudio.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

3.4 Biota Acuática

El Culebrón es un humedal de tipo estuarino que recibe aportes de aguas que provienen de las descargas naturales superficiales y subterráneas del valle de Pan de Azúcar (DGA, 2004) y temporalmente del mar durante eventos de pleamar (Figueroa et al., 2009). Es un humedal de régimen permanente, de propiedad privada y sin protección (Figueroa et al., 2009) cuyas aguas desembocan directamente al mar, específicamente en el sector conocido como playa Changa (Chávez et al., 2015); aguas arriba de dicha desembocadura presenta una laguna costera que, al igual que otros humedales costeros de la región, constituye un importante hábitat para aves residentes y migratorias que lo utilizan como zonas de nidificación, alimentación y descanso (Pulido & Tabilo, 2001; CAACH, 2005; Cavieres, 2014). Al igual que la mayoría de los humedales costeros de la cuarta región y del resto del país, el conocimiento sobre la biota acuática y calidad del agua del humedal estero “El Culebrón” es escaso.

Como preparativo a la campaña de terreno, se realizó una revisión bibliográfica, la cual fue estructurada en 3 etapas: una búsqueda exhaustiva de la información requerida en fuentes de información tales como publicaciones científicas, tesis y diversos documentos asociados a la conservación de humedales. Luego, se consultaron las bibliotecas de los principales centros de estudio superior de la IV región y de organizaciones gubernamentales asociadas a la conservación del medio ambiente y administración del recurso hídrico. Finalmente, se realizó una búsqueda exhaustiva en la web de documentos que pudiesen aportar con información relevante. Posteriormente se sintetizó la información recopilada y se procedió a la redacción del presente acápite.

Durante la visita a terreno al Humedal y Estero “El culebrón” se prospectaron 11 estaciones para la observación de biota acuática y para medir variables asociadas a calidad de agua: 5 de estas se situaron en el estero propiamente tal, entre el sector de la cueva del chivato y la intersección con la ruta 5 norte; 4 se ubicaron en la laguna costera, entre la línea férrea y la avenida costanera; y 2 en los canales laterales de dicha laguna.

3.4.1 *Revisión Bibliográfica*

El primer estudio de calidad del agua del área de estudio fue efectuado por Norambuena (1977) quién realizó un estudio sobre la biología del camarón de río del norte (*Cryphiopscaementarius*). En esta investigación, el autor realizó un análisis temporal de la temperatura superficial del agua, los niveles de oxígeno disuelto, pH, alcalinidad y dureza del agua, efectuando registros diarios entre septiembre de 1972 y junio de 1973.

Otra serie de datos de calidad del agua del humedal “El Culebrón” corresponde a aquella recopilada por la Dirección General de Aguas (2006), quién posee una estación de medición de variables pluviométricas, de caudales y de variables fisicoquímicas en el sector denominado sifón. En esta serie de datos se extrae que la temperatura del agua ha fluctuado escasamente

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

entre 15 y 17,5 °C entre los años 1986 y 2006. Similarmente, el pH del agua ha oscilado entre 7,25 y 8,36 unidades entre dichos años, exceptuando el año 2000 donde este fue de 6,65 unidades.

Figuroa *et al.* (2009), Rivera *et al.* (2009), y Arancibia y Flores (2012) corresponden a estudios más actuales que se han realizado en este ecosistema. El primer equipo registra en invierno del año 2007 una temperatura de 13,9 °C, un pH de 8,01 unidades y una conductividad eléctrica de 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin embargo no mencionan el sector donde se realizaron las mediciones. Rivera *et al.* (2009) realizan un estudio que abarca toda la cuenca del valle de Pan de Azúcar y registran en época de invierno valores de temperatura que fluctúan entre 11,0 y 17,6 °C, de pH entre 8,02 y 9,86 unidades, de conductividad eléctrica entre 0,82 y 1,22 mS/cm y de sólidos totales disueltos entre 0,41 y 0,61 ppt. Finalmente, Arancibia y Flores (2012) describen que el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos se mantienen estables durante el año en el humedal. Para el oxígeno disuelto estos autores describen una mayor variabilidad anual, registrándose en concentraciones que oscilan entre 4 y 16 mg/L. Para la turbidez describen concentraciones que varían entre 3 y 20 NTU, registrándose los mayores en la estación de verano.

Respecto a las especies registradas en este ecosistema, solamente se encontraron catastros o listados de especies para la comunidad de plantas acuáticas estrictas o hidrófitas que habitan el humedal estero "El Culebrón".

Destacan los trabajos realizados por Ormeño (2005), Luna y Mena (2006), Ceraza y Martínez (2007) y Rivera *et al.* (2009), quienes han realizado los catastros más completos de la vegetación asociada al humedal, incluyendo el grupo de las hidrófitas. Estos autores mencionan la presencia de los hidrófitos *Lemna minuta* (lenteja de agua), *Azolla filiculoides* (flor de pato), *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), *Hydrocotyle bonaerensis* (sombbrero de agua), *Callitriche palustris* (yerbecilla), *Bacopa monnieri* (bacopa enana), *Ludwigia plepoides* (clavito de agua), *Limnobium laevigatum* (hierba guatona) y *Potamogeton strictus* (huero). De estas especies destaca *E. crassipes* por ser un organismo introducido en el país, procedente de la cuenca del río Amazonas que ha sido señalada como una de las 100 especies más invasivas a nivel mundial (Lowe et al., 2000).

Otro estudio es el de Figuroa *et al.* (2009) quienes documentaron la presencia de una apiácea y una pontederiácea en el humedal estero "El Culebrón", correspondiendo esta última a la especie introducida *E. crassipes*.

Norambuena (1977) realizó la primera investigación sobre placton mientras estudiaba algunos aspectos biológicos del camarón de río *Cryphiops caementarius* mencionado anteriormente. Sobre esta especie, solo Luna y Mena (2006), Figuroa *et al.* (2009) y Rivera *et al.* (2009) los han considerado en sus estudios. Los primeros mencionan la presencia de gastrópodos de la

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

familia Lymnaeidae, dípteros de las familias Chironomidae y Tipulidae, coleópteros de la familia Elmidae, además de ejemplares de Acari, Hirudinea y de *C. caementarius*.

La ictiofauna del humedal estero “El Culebrón” solamente ha sido caracterizada cualitativamente por Figueroa *et al.* (2009) y por Rivera *et al.* (2009). El primero señala que en las aguas del humedal habitan 3 especies, la nativa *M. cephalus* (Lisa) conocida por ser de origen marino-estuarino y las introducidas *G. holbrooki* (pez mosquito) y *C. facetum* (pez chanchito). Se indica además que, de los 20 humedales costeros situados entre las regiones de Coquimbo y Valparaíso, “El Culebrón” presentó la mayor riqueza de especies de peces.

En el segundo trabajo (Rivera *et al.*, 2009) se indica la presencia de 5 especies de peces en las aguas del humedal, las 3 registradas por Figueroa *et al.* (2009) más la carpa (*Cyprinus carpio*) y la madrecita de agua (*Cnesterodon decemmaculatus*), ambas consideradas como introducidas en el país.

En base a muestreos de línea de base realizados en los meses de marzo y junio de 2009, asociados a la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto denominado “Construcción defensas fluviales estero Culebrón sector puente La Vega, puente La Laguna y tramo intermedio, IV Región de Coquimbo”, cuyo titular es la Sociedad Concesionaria Ruta del Limarí S.A., se ha señalado la presencia de la especie introducida conocida como pez mosquito (*Gambusia affinis*) en el sector conocido como puente La Vega. Sin embargo, los mencionados muestreos no consideraron la caracterización del grupo de los peces mediante metodología alguna, a diferencia de otros grupos faunísticos tales como aves, reptiles y anfibios, realizándose solo registros visuales y fotográficos.

3.4.2 Trabajo en Terreno

De las 11 estaciones utilizadas para medir la calidad del agua, la temperatura del agua osciló entre magnitudes de 18,6 y 31,1°C, mientras que para el pH se registraron magnitudes que fluctúan entre 6,05 y 8,33 unidades, correspondientes a las estaciones EC-5 y EC-4 respectivamente. Todas las estaciones prospectadas presentaron valores aptos para la conservación de la vida acuática según CONAMA (2005), a excepción de la estación EC-5 cuyo valor está por debajo del rango establecido.

La conductividad eléctrica osciló ampliamente entre magnitudes de 0,98 y 12,45 mS/cm, correspondientes a las estaciones EC-11 y EC-5 respectivamente. Según CONAMA (2005), las aguas del humedal clasifican como de buena calidad en las estaciones ubicadas en el estero, exceptuando la estación EC-8 donde estas son de mala calidad. Para la laguna y sus canales asociados, las aguas clasifican como de regular y mala calidad; no obstante, hay que considerar que es un sector estuarino con influencia de aguas marinas.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

La concentración de sólidos totales disueltos varió entre 0,49 y 6,23 mg/L, que corresponden a los registros de las estaciones EC-11 y EC-5 respectivamente. Al igual que lo observado con la conductividad eléctrica, se registró un aumento de la concentración de sólidos disueltos en sentido aguas abajo tanto en el estero (0,49 a 0,68 mg/L en estaciones EC-11 y EC-7 respectivamente) como en la laguna costera (0,83 a 2,12 mg/L en estaciones EC-4 y EC-1 respectivamente).

Respecto a las especies hidrófitas, se registró un total de 8 especies de plantas acuáticas estrictas en la zona de estudio. En la Tabla RE - 2 se listan las especies registradas mencionándose la forma de vida, los nombres científico y común, origen geográfico y estado de conservación.

Tabla RE - 2: Especies de Hidrófitas Identificadas en Humedal

Nombre científico	Nombre común	Origen Geográfico	Estado Conservación
Flotante libre	–	–	–
<i>Azolla filiculoides</i>	flor de pato	Nativa	no presenta
<i>Lemna gibba</i>	lenteja de agua	Nativa	no presenta
<i>Lemna trisulca?</i>	lenteja de agua	Introducida	“Preocupación Menor” (LC)*
Emergente	–	–	–
<i>Bacopa monnieri</i>	bacopa enana	Introducida	“Preocupación Menor” (LC)**
Natante	–	–	–
<i>Hydrocotyleranunculoides</i>	hierba de la plata	Introducida	“Preocupación Menor” (LC)***
<i>Ludwigia plepoides</i>	clavito de agua	Introducida	no presenta
Sumergida arraigada	–	–	–
<i>Potamogeton strictus</i>	huero	Nativa	no presenta
<i>Ruppia maritima</i>	pelo de marisma	Nativa	Vulnerable (VU)****

*según IUCN; Shuang, (2013).

**según IUCN; Lansdown y colaboradores (2013).

***según IUCN; Maiz-Tome (2016).

****según Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo

Fuente: Elaboración propia.

De las especies observadas, *A. filiculoides*, *L. gibba*, *P. strictus* y *R. maritima* corresponden a especies nativas para el país, la última de las cuales se encuentra clasificada como “Vulnerable” según el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritario para su Conservación de la región de Coquimbo. Las restantes especies son introducidas y se encuentran clasificadas en la categoría de “Preocupación Menor” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), a excepción de *L. plepoides* quien no presenta clasificación alguna.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Respecto a las macroalgas bentónicas observadas, se registraron 3 especies en la zona de estudio, todas consideradas como nativas para el país y sin estados de conservación según las fuentes de información consultadas, siendo 2 del grupo de las Rhodophyta y una de los Chlorophyta. Estas especies corresponden a Pelillo (*Gracilaria chilensis*) y *Branchioglossumbipinnatifidum*, del primer grupo y *Cladophorasp.*, del segundo grupo.

Además, se registró un total de 8 taxa de macroinvertebrados acuáticos bentónicos en la zona de estudio, dominando el grupo de los insectos en cuanto a número de especies. El grupo lo integran los crustáceos *Hemigrapsuscrenulatus* (Decapoda, Grapsidae), *Cryphiopscaementarius* (Decapoda, Palaemonidae) y *Hyalellasp.* (Peracarida, Hyalellidae), el molusco gastrópodo *Physa chilensis* (Physidae), sanguijuelas de la familia Glossiphoniidae e insectos de los órdenes Hemiptera (familia Belostomatidae y Corixidae), y Odonata. Todos los taxa observados son considerados como nativos para el país y solamente el gastrópodo *P. chilensis* y el decápodo *C. caementarius* se encuentran consideradas en categoría de conservación alguna (Menor Riesgo y Vulnerable respectivamente) según las fuentes de información consultadas.

Respecto a la fauna íctica, se registraron 5 especies de peces en la zona de estudio, de las cuales 2 son consideradas como nativas del país y 3 como introducidas. Todas las especies fueron observadas y fotografiadas desde la rivera de las estaciones prospectadas, tanto en las ubicadas en el estero, como las situadas en la laguna costera y sus canales laterales.

De las especies nativas, *Mugilcephalus*, la “Lisa”, está clasificada como “Fuera de Peligro” por Campos *et al.* (1998) y como “Preocupación Menor” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Kottelat&Freyhof, 2012) y por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE, 2013; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Juveniles de la familia Atherinopsidae no fueron posibles de identificar a nivel de género o especie a simple vista o por medios fotográficos, no pudiéndose establecer el estado de conservación de las especies observadas. De las especies introducidas, la UICN clasifica a la carpa como “Vulnerable (Freyhof&Kottelat, 2008) y al pez mosquito en “Preocupación Menor” (NatureServe, 2013).

3.4.3 Conclusiones

La calidad del agua del humedal estero “El Culebrón” ha sido escasamente caracterizada existiendo a la fecha solamente registros de temperatura superficial del agua, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza y turbiedad. La mayoría de la información disponible es poco actualizada.

Las comunidades fitobentónica y planctónica que habitan en el humedal estero “El Culebrón” son desconocidas, no existiendo estudios relacionados con su caracterización.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Se registraron 3 especies de macroalgas, todas nativas y sin estados de conservación. Las Rhodophytas *G. chilensis* y *B. bipinnatifidum* se registraron únicamente en la estación más cercana a la línea de costa, mientras la Chlorophyta *Cladophora* sp. se detectó por toda la laguna costera.

Para la comunidad de hidrófitas que habita el humedal estero “El Culebrón” se han descrito 9 especies (3 nativas y 6 introducidas), de las cuales *A. filiculoides*, *H. bonaerensis*, *P. strictus*, *L. plepoides* y *B. monnieri* fueron registradas nuevamente en la visita a terreno. Se adicionan las especies nativas *L. gibba* y *R. maritima* e introducida *L. trisulca*, registradas por primera vez para el humedal. No se registró la especie *E. crassipes* conocida como “Jacinto de Agua”, considerada como una de las 100 especies más invasivas del mundo.

Los macroinvertebrados bentónicos que habitan en el humedal estero “El Culebrón” están representados por al menos 23 taxa, la mayoría de los cuales pertenecen al grupo de los insectos. La familia Corixidae y el orden Odonata son registradas por primera vez por en el presente estudio. Destacan el gastrópodo de agua dulce *P. chilensis* y el camarón de río del norte *C. caementarius* clasificadas como “Menor Riesgo” y “Vulnerable” respectivamente.

La comunidad de peces que habita en las aguas del humedal está compuesta por 6 especies, 2 consideradas como nativas (*M. cephalus* y Atherinopsidae indet.) y 4 como introducidas (*G. holbrooki*, *C. carpio*, *C. decemmaculatus* y *C. facetum*). De éstas, la familia Atherinopsidae es mencionada por primera vez como habitantes de este humedal. De las especies identificadas solamente el pez chanchito no se encuentra clasificado en categorías de conservación. Destacan las especies introducidas *C. carpio* y *G. holbrooki* por ser consideradas dentro de las 100 especies más invasivas del mundo.

3.5 Arqueología

Para hablar de los primeros pobladores de la región, es necesario referirse a la arqueología del semiárido, pues los primeros registros escritos que describen esta cultura están asociados a la llegada de los cronistas españoles a Chile, durante la época de la Colonia.

Los estudios de la presencia indígena en la IV Región de Coquimbo, han planteado importantes asentamientos humanos con antigüedades hasta los 10.000 años a.C. Entre estas destacan las culturas de “El Molle” (100 a.C. a 600 d.C.), “El Complejo Las Ánimas” (800 a 1200 d.C.) y la cultura “Diaguita” (1200 a 1475 d.C.); junto a otras más tempranas como la Cultura Huentelauquén. Todas ellas se ubicaron entre el valle del río Copiapó y el del río Limarí.

Por otro lado, se sabe que en los últimos años de la cultura Diaguita esta fue dominada por el Imperio Inca (1450 a 1536 d.C.) que influyó profundamente en sus actividades. Es así, como el análisis arqueológico de estos grupos nos muestran que la agricultura, la ganadería y la

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

pesca eran las actividades económicas que todos practicaban, asumiendo, entonces que su relación con el medio ambiente se restringe a los impactos que ellas podrían haber generado.

Este estudio se elaboró en tres fases de trabajo, donde se consideró la recopilación de antecedentes bibliográficos arqueológicos del área aledaña (litoral del semiárido) como del área específica, conformando así un panorama de la prehistoria regional y local. Por otro lado, se realizó una prospección arqueológica en terreno cuya metodología fue diseñada para esta área en particular, pero cuyos resultados apuntan a una comparación con bases de datos estandarizados en investigaciones de otras regiones.

Para el trabajo en terreno, se empleó una Inspección Superficial, la que forma parte de la Prospección Arqueológica (Gallardo y Cornejo 1986), la cual constituye una herramienta útil, no sólo para el trabajo que desarrollan los arqueólogos al investigar y analizar las conductas humanas del pasado, sino también porque genera un importante apoyo para la protección del patrimonio arqueológico y cultural. La inspección superficial permite reconocer también la presencia de bienes patrimoniales en las superficies de las áreas a intervenir, permitiendo anticiparse a la generación de impactos negativos sobre los bienes patrimoniales.

3.5.1 *Revisión Bibliográfica*

La revisión de la nómina de Monumentos Nacionales (2015) en relación con la comuna de Coquimbo, permitió determinar la existencia de dos Monumentos Nacionales con declaratoria, en la categoría de Monumento Histórico, siendo estos la "Casa de Administración del Establecimiento de Guayacán" (D.S. 721, con fecha 25/10/1990) y la "Iglesia de Guayacán" (D.S. 1025, con fecha 14/12/1977). Además, en categoría de Zona Típica se encuentra el "Pueblo de Guayacán" (D.E. 1880, con fecha 13/12/2005). Sin embargo, ninguno de ellos se localiza próximo al área de emplazamiento del proyecto.

En cuanto a los antecedentes recopilados a nivel regional y comunal permiten constatar una ocupación de larga data en la región de Coquimbo. Estas evidencias están asociadas a los siguientes periodos históricos:

- **Período Paleoindio (11.000 - 9.000 a.C):** Las primeras evidencias arqueológicas se encuentran en el sitio Quereo (LV.066) a unos 3 km al sur de Los Vilos, donde se registraron restos de fauna pleistocénica (Mastodonte, caballo americano, ciervo de los pantanos, milodón, varios camélidos extintos, félidos y cánidos) con evidencias de haber sido cazada y faenada (Núñez en Hidalgo et al., 1989 y Falabella et al., 2016).
- **Período Arcaico (9.000 - 5.000 a.C):** En el norte semiárido, este período se encuentra subdividido en tres momentos; Temprano, Medio y Tardío.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

- Arcaico Temprano: definido por el Complejo Huentelauquén, marca el momento en que el litoral comienza a adquirir importancia (Llagostera en Hidalgo et al., 1989). Se trata de grupos humanos que explotan el mar en su dimensión longitudinal, como recolectores de la franja intermareal. Su estrategia de subsistencia en base a los recursos marinos que complementaron con la explotación del guanaco y de mamíferos terrestres (Llagostera 1989, en Hidalgo et al., 1989). Entre las herramientas encontradas, destacan las puntas de proyectiles de morfología lanceoladas y pedunculadas y los litos geométricos que son rocas de areniscas que han sido modificadas para darle una forma de discos, discos hexagonales, octogonales y facsímiles de puntas de proyectil.
 - Arcaico Medio: En el sector precordillerano de la región de Coquimbo, este periodo está representado por la ocupación del sitio San Pedro Viejo de Pichasca, (Ampuero y Rivera 1971 en Falabella 2016) y de La Fundición (Castillo en Hidalgo et al 1989). En cambio, en la región costera se corresponde con el Complejo Papudo, ubicado en la costa sur del semiárido, cuyas características muestran densos conchales con presencia de sepulturas cubiertas con concha formando pequeños “túmulos”. El instrumental lítico estaba formado por piedras táctas, piedras horadadas, percutores, horadores cilíndricos, manos de moler, puntas de proyectil triangulares a pedunculadas de base recta. Estas culturas se extendieron desde Guanaqueros hasta el río Maipo por el sur (Belmar 2004).
 - Arcaico Tardío: Representado en el sitio Guanaqueros, ubicado en el pueblo de mismo nombre, en el cual Schiappacasse y Niemeyer (1965-66; en Hidalgo et al., 1989 y Falabella et al., 2016), distinguen dos ocupaciones. La primera de ellas, fechada al 3.760 a.p., se caracteriza por la elaboración de una gran variedad de puntas de proyectil con predominio de formas triangulares, y puntas pedunculadas, arpones de hueso con barbas pequeñas para peces, anzuelos compuestos con pesas de piedra o hueso y ganchos de hueso. Las evidencias arqueológicas se manifiestan principalmente en conchales (acumulaciones de basura que incluyen conchas de moluscos), vértebras de pescado, caparzones de crustáceos y equinodermos, fragmentos de huesos de mamíferos marinos, todo en una matriz de limo rico en materia orgánica. Otros sitios representativos de este período son La Herradura (Alaniz 1973 en Schiappacasse y Niemeyer 1986) y El Cerrito (Kuzmanic y Castillo 1986).
- **Período Agroalfarero**: También se divide en distintos subperíodos, siendo los siguientes:
 - Agroalfarero Temprano: El Complejo El Molle es representativo de este periodo, presentando distintos atributos en las diferentes cuencas del norte semiárido, reconociéndose sin duda una raíz común (Niemeyer et al. en Hidalgo 1989). Las diferencias existentes apuntan más a las prácticas funerarias, las formas y tipos

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

cerámicos. En este período, la economía de los pueblos tiende a hacerse cada vez más dependiente de la producción de alimentos vegetales y animales.

- Agroalfarero Medio: Definido a partir del Complejo Las Ánimas (800-1200 d.C.), corresponde a la introducción de nuevas poblaciones que llegan desde la Puna Argentina, las que practicaban una economía diversificada (agricultura, pesca, caza y recolección). Las evidencias sugieren una movilidad concentrada desde los valles hasta la costa. Poseen un complicado ceremonial fúnebre con sacrificios rituales de llamas (Castillo 1984). El sitio más importante registrado y que se encuentra a alrededor de 2 km del área de estudio es el Cementerio de Plaza de Coquimbo, donde se identificaron 34 sepulturas (no todas excavadas), en una distribución espaciada. Sin embargo, lo que más llama la atención es la complejidad del ajuar y ofrendas asociadas, además de una industria sobre hueso (ej. punzones, barbas de anzuelo o arpón, espátulas y tubos para consumo de psicotrópicos). También, destacan las piezas de metal, especialmente cobre (ej. campanillas piramidales, anzuelos, pinzas, placas con forma de "H", colgantes, cinceles, leznas y figuras ornitomorfos).
- Agroalfarero Tardío: La Cultura Diaguita III (1.450-1536 d.C.), representativa de este período, muestra evidencias de la fusión con la cultura incaica que influyó a la población local, registrado por Ampuero e Hidalgo (1975) y Bibar (1966). Desde el análisis de la cerámica, se ha concluido que un significativo cambio de estilo se produce después de la llegada del Inca, incorporando formas y decoraciones traídas desde Cuzco (uso del aríbalo); mientras que, en los entierros, el patrón funerario continuó siendo el mismo de la fase II, con diferencias solo en las ofrendas (Ampuero 1986).

En el área de estudio se han establecido dos hallazgos de restos arqueológicos. El primero en términos cronológicos se habría realizado al poniente, sobre la terraza de la orilla norte del estero El Culebrón. En este sector O. Menghin (principios del s. XX) realizó investigaciones en un sitio acerámico del cual no se conocen mayores antecedentes (en Cantaruti 1999; DIA La Cantera Baja). Otro hallazgo de importancia es la mención de Iribarren (*s.f.*) de un lito geométrico, en el sector del cerro Pan de Azúcar.

3.5.2 Trabajo en Terreno

El área de estudio corresponde en general a un ambiente, en donde se distinguen varias estructuras paisajísticas: un curso de agua en movimiento, afloramientos y sectores inundados, comunidades bajas de herbáceas bajas, terrenos de playa desprovista de vegetación y comunidades vegetales arbustivas y arbóreas (Cavieres, 2014).

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

No obstante, se establecieron varios subsectores: el área Norte de la desembocadura del estero, en donde la mayor parte de la superficie corresponden a planos de inundación; el área del brazo Suroeste del estero, caracterizado por sectores de habilitados como parque, botaderos clandestinos y canchas de fútbol; y por último, el sector del brazo Sureste del estero, en donde se han establecido áreas de pasturas y algunos circuitos turísticos.

Sin embargo, luego de recorrer toda el área de estudio, sólo se registraron tres hallazgos aislados, siendo estos un percutor lítico (**Fotografía RE - 5**) y dos desechos de talla lítica secundaria (**Fotografía RE - 6** y **Fotografía RE - 7**). Además, de los anterior se registró una animita (**Fotografía RE - 8**), la que corresponde a una manifestación de la cultura popular que conmemora e identifica el lugar y/o evento de muerte de uno o más individuos.



Fotografía RE - 5: Percutor lítico (presencia de negativos de impacto en uno de sus extremos; UTM WGS 84 E275408 - N6680834)



Fotografía RE - 6: Desecho de talla lítica de basalto (lasca secundaria; UTM WGS 84 E275412 - N6680819).



Fotografía RE - 7: Desecho de talla lítica de basalto (lasca secundaria; UTM WGS 84 E275362 - N6680726)



Fotografía RE - 8: Animita en sector área norte de la quebrada estero Culebrón (UTM WGS 84 E276474- N6682232)

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

3.5.3 Conclusiones

Toda la evidencia recuperada en esta campaña es consistente con la información obtenida de los antecedentes arqueológicos revisados previamente. De hecho, los resultados de dos inspecciones arqueológicas realizadas en el marco de Declaraciones de Impacto Ambiental de distintos proyectos en el sector de Quebrada El Culebrón, y de la vaga referencia de hallazgos como lito geométrico y sitios acerámicos en el área (en Cantaruti 1999), permitieron tener la certeza de la escasa cantidad de sitios arqueológicos. Esto se refuerza con la información obtenida de otros proyectos, los cuales no han arrojado resultados positivos en este sentido (Sánchez 2006, 2009; Fernández 2011, 2012a, 2012b, 2013; MAA Consultores Ltda. 2012; Mengozzi 2015).

Un aspecto importante de considerar en esta área de estudio es la alta incidencia de factores antrópicos que han modificado el paisaje desde el siglo pasado. Efectivamente en la cuenca del estero el Culebrón se detectan intervenciones asociadas a zonas de acopio disposición de residuos, escombreras, alteración de laderas, y la ocupación del perímetro del humedal (Cavieres, 2014).

Los impactos por efectos antrópicos de este humedal comienzan con la actividad minera de la región, que por necesidad de transporte de materiales debe construir una línea de tren, posterior a eso los asentamientos humanos comienzan su expansión y se establecen de facto en varios sectores planos, en donde han construido terraplenes para construir viviendas. Es necesario constatar que estas alteraciones modificaron el relieve original afectando cualquier tipo de recurso arqueológico que pudo encontrarse en este paisaje.

En resumen, la prospección arqueológica realizada en los sectores correspondientes a esta área de estudio, establecen tres recursos patrimoniales de baja relevancia patrimonial. Estos recursos corresponden a hallazgos aislados de desbaste de talla lítica. La presencia de estos hallazgos aislados es similar a los reportados por Cantaruti (1999) en el sector de la población La Cantera, en donde registraron artefactos y desechos de talla lítica de tipo expeditivo, como percutores, lascas secundarias, chopper y núcleo.

3.6 Paleontología

La quebrada de El Culebrón está labrada en sedimentos neógenos y cuaternarios de carácter fosilífero, asignados a la Formación Coquimbo. Con el objetivo de conocer de forma precisa la naturaleza y distribución del patrimonio paleontológico al interior del Sistema Urbano El Culebrón, se ha elaborado la línea de base paleontológica que se presenta en este informe, la cual fue desarrollada en cuatro fases.

En la primera fase se realizó una compilación y análisis de información bibliográfica relativa a la geología y paleontología del sector, publicada por organismos públicos, universidades, revistas

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

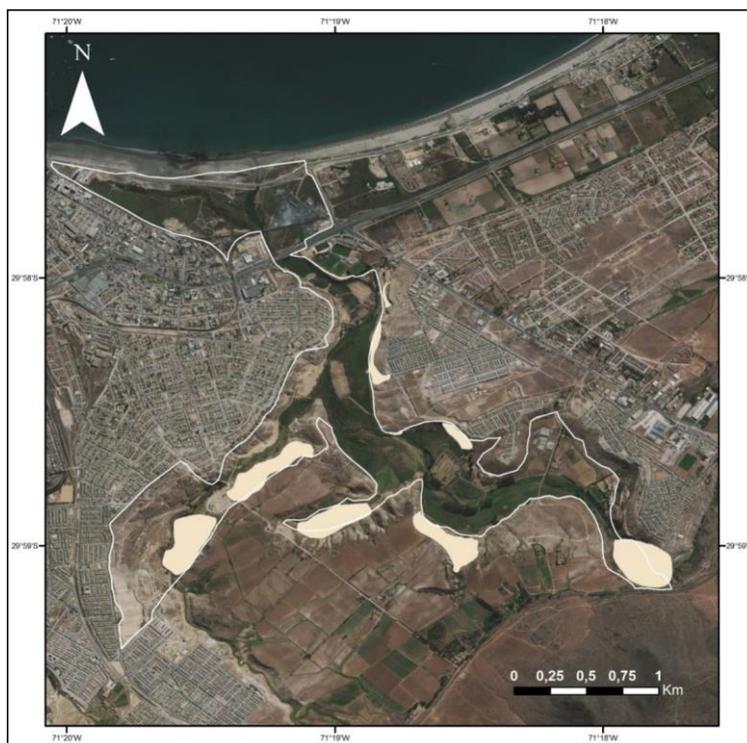
científicas especializadas y otras fuentes. Para ello, se revisaron los trabajos enfocados en la estratigrafía (Paskoff, 1964; Herm, 1969; Le Roux *et al.*, 2005 y 2006; Charrier *et al.*, 2007; Saillard *et al.*, 2012) y la carta geológica de Coquimbo escala 1:100.000 (Emparan y Pineda, 2000). Así mismo, se realizó revisión de las publicaciones históricas y recientes, memorias de título, actas de congresos y estudios de líneas de base relativas al contenido paleontológico del sector de forma concreta y de la Formación Coquimbo de forma más amplia (D'Orbigny, 1842; Darwin, 1846; Salinas, 1988; Martínez-Pardo, 1979 y 1980; González, 2013; Terra Ignota, 2014 y 2015). La información encontrada fue evaluada y priorizada para su posterior análisis.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de imágenes satelitales de Google Earth con el objetivo de organizar la campaña de terreno. Se analizaron las imágenes con detalle, interpretando colores, texturas y alineaciones. Sobre la base de este análisis se definieron áreas de mayor interés, entendiendo como tales aquellas con afloramientos de sedimentos de la Formación Coquimbo como de mayor calidad (Figura RE - 7). La campaña de terreno se planificó sobre la base de su revisión, considerando no obstante el recorrido de toda el área de estudio.

Figura RE - 7: Áreas de Interés en el Sistema El Culebrón

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo



Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado el trabajo de gabinete de las fases anteriores, se procedió a realizar la campaña de terreno. En esta campaña se inspeccionaron las áreas predefinidas, mediante recorridos pedestres, exceptuando la zona del humedal, la que desde el punto de vista paleontológico carece de interés por no ofrecer afloramientos de rocas fosilíferas al estar cubierto por vegetación y por una lámina de agua. El objetivo de esta prospección fue entender el modelo geológico del área de estudio (localización del basamento rocoso, disposición y caracterización de los sedimentos de la Formación Coquimbo), conocer el contenido fosilífero de los sedimentos presentes en la quebrada y ubicarlos de manera precisa en la sucesión estratigráfica.

La información recopilada en terreno sobre los aspectos estratigráficos fue analizada y sintetizada en gabinete, durante el desarrollo de la última fase. En esta instancia, se proyectaron los puntos de control, se volcó la información estratigráfica y se correlacionaron las diferentes columnas realizadas, estableciendo un esquema general del área de estudio.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Se procedió, además, a la clasificación taxonómica de los materiales encontrados durante la prospección, elaborándose un listado definitivo de taxones. Para ello se emplearon las fotografías realizadas en terreno y la bibliografía disponible sobre la fauna cenozoica y cuaternaria del norte de Chile (D'Orbigny, 1842; Hupé, 1854; Remond, 1868; Philippi, 1887; Guzmán et al., 1998 y 2000; González, 2013).

3.6.1 *Revisión Bibliográfica*

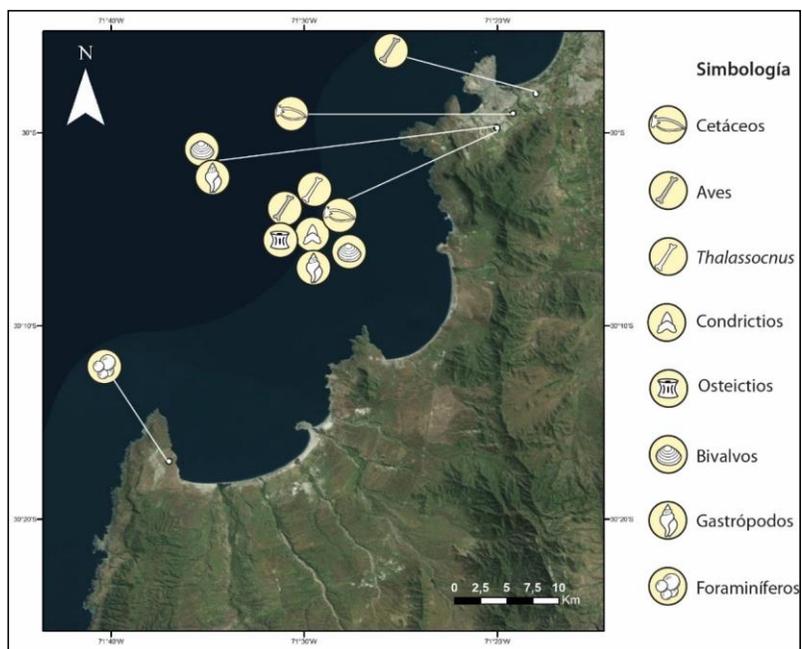
El estero del sistema El Culebrón excava niveles de terrazas marinas conformadas por sedimentos del Neógeno y Cuaternario (Formación Coquimbo), las que se encuentran cubiertas, hacia el fondo de valle, por sedimentos fluviales no-consolidados (Emparan y Pineda, 2000). El basamento sobre el cual se disponen todos estos sedimentos cenozoicos está constituido por volcanitas del arco magmático jurásico (Complejo Volcánico Agua Salada) y por unidades intrusivas del Jurásico Superior - Cretácico Inferior.

Además, ésta quebrada, se caracteriza por su abundante y variado contenido fósil, lo que le da un valor único e irremplazable al lugar. Si bien los estudios paleontológicos sobre invertebrados y vertebrados marinos dentro de la quebrada son escasos (Herm, 1969; Emparan y Pineda, 2000; Acosta *et al.*, 2006; González, 2013; Staiget *al.*, 2015; Terra Ignota, 2014 y 2015), se pueden complementar con los primeros estudios paleontológicos de la región de Coquimbo (Darwin, 1846; d'Orbigny, 1842; Rémond, 1868; Phillippi, 1887), dando como resultado lo expuesto en la Figura RE - 8.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 8: Distribución de Localidades Fosilíferas Cercanos al Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia

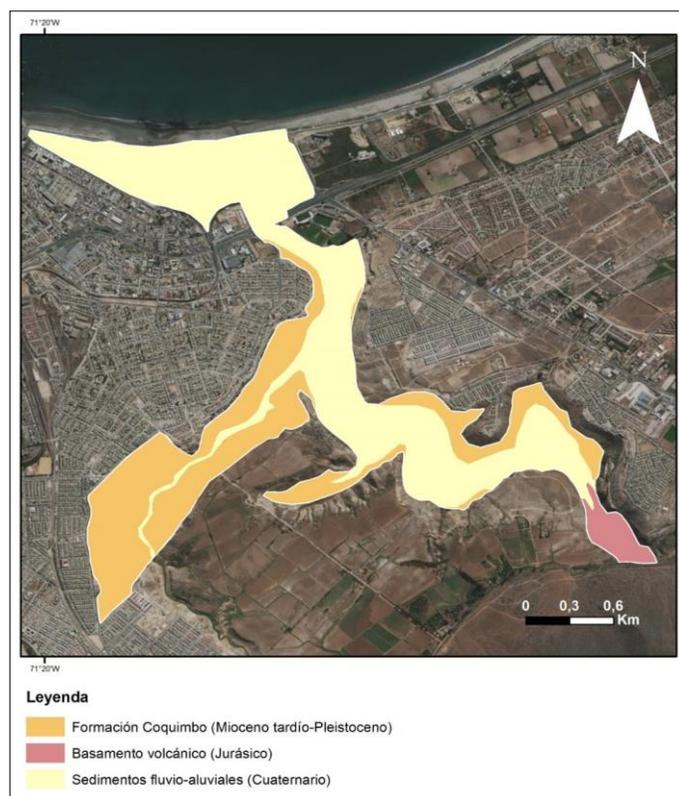
3.6.2 Trabajo en Terreno

En la Figura RE - 9 se ilustra la distribución de las distintas unidades geológicas identificadas en terreno. En términos generales, se pueden diferenciar tres grandes zonas: La cabecera del Estero el Culebrón (sector 'Cueva del Chivato'), donde aflora el basamento volcánico sobre el cual se apoyan los sedimentos cenozoicos; El fondo del valle y otras zonas asociadas a escorrentías superficiales esporádicas, donde se acumulan sedimentos no consolidados del Cuaternario y Reciente; y El sector comprendido por la mayor parte de las laderas que limitan el sistema, las que se encuentran conformadas por sedimentos marinos de la Formación Coquimbo.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 9: Mapa Geológico del Sistema El Culebrón



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al basamento que aflora hacia la cabecera, éste corresponde a una sucesión de rocas volcánicas andesíticas, asignables al Complejo Volcánico Agua Salada. En cuanto al sedimento no consolidado asociado al fondo del valle y a zonas de escorrentía, éste ha sido agrupado en una unidad que incluye a la llanura de inundación del estero El Culebrón, varios niveles de terrazas y a algunos depósitos formados por material transportado desde las quebradas tributarias. Finalmente, en relación con las laderas que limitan el sistema El Culebrón, éstas constituyen tanto suaves pendientes como empinados escarpes, y han sido generadas como producto de la erosión fluvial de terrazas marinas constituidas por sedimentos de la Formación Coquimbo. Esta sucesión, que corresponde a aquella descrita por Herm (1969), puede ser dividida, a grandes rasgos, en cinco tramos:

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

- **Tramo 1:** Tiene un espesor medio de 7 m. En su parte basal presenta un carácter general granocreciente, con limos arcillosos en la base que gradan hacia arenas de grano fino en el techo. En este tramo se encuentran capas y lentes de coquinas no cementadas, con abundantes bivalvos mitílidos en una matriz de arcilla, limo y arena fina, y en los que también se encontraron restos fragmentados de balánidos, pectínidos y gastrópodos, además de una vértebra de pez. La asociación fósil es característica del Plioceno, o Mioceno tardío.
- **Tramo 2:** Es el tramo más potente de la sucesión y el de mayor extensión, pudiendo ser siempre observado de manera parcial en diferentes secciones a lo largo de la quebrada. Está conformado por una intercalación de limos y coquinas de unos 35 m de espesor.
- **Tramo 3:** Tiene un espesor medio de 6 m, y se encuentra esencialmente constituido por una intercalación de limos y coquinas. Los limos son similares a los del tramo anterior, pero las coquinas de este tramo se distinguen debido a que no se encuentran cementadas, a que los bioclastos presentan un mayor grado de fragmentación, y a que la asociación faunística que en ellas se representa es distinta, aunque también muy diversa (incluye pectínidos, ostreidos, gastrópodos, cirrípedos y braquiópodos).
- **Tramo 4:** Es un nivel de coquina cementada con carbonato, altamente consolidada. Presenta abundantes bioclastos de gastrópodos murícidos y de bivalvos, principalmente pectínidos y ostreidos, inmersos en una matriz de arena de color pardo. La mayor parte de los bioclastos se encuentran como fragmentos de tamaño grava, aunque también es posible observar moldes de individuos completos. De manera subordinada se observan clastos líticos y cristalinos subangulosos; en el caso de los primeros, éstos pueden excepcionalmente alcanzar tamaños de hasta 15 cm. La unidad es maciza y tiene una potencia media de 10 m.
- **Tramo 5:** En discordancia de erosión sobre toda la sucesión, se dispone un nivel cementado de 2 m de potencia, constituido por arenas finas que se vuelven conglomerádicas hacia la base. La fracción gruesa está dominada por abundantes bioclastos y clastos líticos subredondeados de tamaño gravilla a ripio. Entre los bioclastos, dominan los gastrópodos turrítelidos, murícidos y olívidos, los bivalvos venéridos y pectínidos, y los cirrípedos balánidos. Por su contenido fósil, este nivel es asignado al Cuaternario.

3.6.3 Conclusiones

El Sistema Urbano El Culebrón se extiende a lo largo de la quebrada homónima, labrada en sedimentos de la Formación Coquimbo, asignados al Plioceno y Pleistoceno. Son numerosas las referencias en la bibliografía sobre el contenido faunístico, tanto de vertebrados como de invertebrados, en estos materiales.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Durante los trabajos de terreno se identificaron tres unidades geológicas principales en el área de estudio: el basamento volcánico, los sedimentos no consolidados de fondo de valle y los sedimentos marinos de la Formación Coquimbo. Éstos últimos afloran a lo largo de las laderas que limitan la quebrada y son altamente fosilíferos.

Se registró un total de 50 especies de invertebrados fósiles del Neógeno y Cuaternario en los sedimentos de la Formación Coquimbo, con diferentes estados de preservación. La fauna neógena está compuesta por braquiópodos, gastrópodos, bivalvos, escafópodos, anélidos, cirripedios, crustáceos, peces (peces óseos y condriictios) y mamíferos marinos. La fauna cuaternaria fue menos abundante, pero está mejor preservada que la fauna neógena; la asociación está formada por gastrópodos, bivalvos y una especie de cirripedio.

3.7 Planificación Territorial

En el marco de este estudio, se analizaron los Instrumentos de Planificación Territorial (IPTs) que tienen injerencia en el área de estudio, de acuerdo con su carácter regional, intercomunal, comunal y sectorial, en concordancia con la legalidad vigente, dispuesta en la Ley General de Urbanismo y Construcción. Cada uno de los IPTs fue consultado en la biblioteca virtual de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, "Observatorio Urbano", en la página oficial de la SEREMI y en el sitio web de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), para la obtención de los archivos en formato *shapefile*, y así facilitar el cruce de información.

Además, se presenta una caracterización de las principales actividades desarrolladas en el humedal y la relación que posee la gente que vive en sus alrededores, con este ecosistema, llevando a cabo un levantamiento de los usos de suelo vigente y la caracterización del entorno. Para llevar a cabo esto, se realizó un análisis bibliográfico de los estudios que hayan abordado estas relaciones, así como un trabajo de terreno para contrastar la información levantada previamente con la actual.

Además de esta información, se consultó la base de Datos disponible de CONAF (2003) respecto a los Usos de Suelos actuales y las manzanas censales del Pre-Censo 2011 para corroborar la ocupación del espacio, según suelo agrícola, industrial, residencial, comercial, de equipamiento o infraestructura. Esta información es vital para conocer las presiones territoriales que ejerce la ciudad por sobre el sistema ecológico en estudio y ayudar en la definición de su servicio a las comunidades que habitan cerca de él.

3.7.1 Revisión Bibliográfica

3.7.1.1 Instrumentos de Planificación Territorial

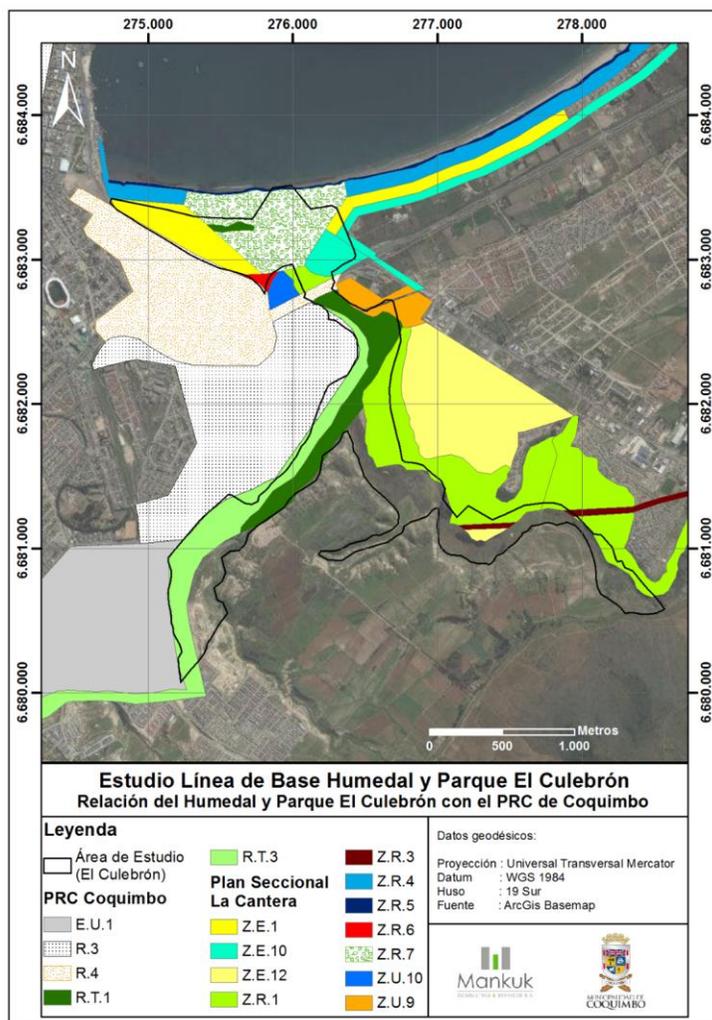
Dentro del nivel comunal, se encuentra vigente el Plan Seccional La Cantera y el Plan Regulador Comunal de Coquimbo, junto a sus diversas modificaciones, de acuerdo con el

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

listado revisado anteriormente y lo descrito en el ítem de metodología. Además de la información oficial, en el área de estudio se encuentran presentes distintas zonificaciones. Estas se pueden apreciar espacialmente en la Figura RE - 10.

Figura RE - 10: Relación del Humedal y Parque El Culebrón con el PRC de Coquimbo



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Sin embargo, se encuentra en etapa de aprobación la Actualización del Plan Regulador Comunal de Coquimbo, el cual pretende asignar nuevas normas urbanísticas a las zonas de la cuenca del Estero El Culebrón y las poblaciones adyacentes

A nivel intercomunal se encuentra en etapa de aprobación el Plan Regulador Intercomunal de Elqui, el cual entrará en vigor una vez aprobada su Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), por parte de la Seremi de Medio Ambiente.

Además, dentro del área de estudio se encuentra en vigencia desde el año 2005 el Plan Regional de Desarrollo Urbano Coquimbo, el cual es un instrumento indicativo dentro de los IPT. Este, por su condición jurídica, indica cuáles son los usos apropiados para las áreas urbanas y rurales, de acuerdo con los criterios y objetivos de desarrollo regional.

3.7.1.2 Usos de Suelo

Entre los trabajos que se han llevado a cabo específicamente en el Estero El Culebrón y sus sistemas involucrados (Humedal Costero, Parque y Curso Principal), se han caracterizado las condiciones ambientales en las que se encuentra la desembocadura de este ecosistema, considerando las presiones a las que se encuentra expuesto este sector, producto del crecimiento urbano de la ciudad de Coquimbo y las actividades que allí se realizan diariamente. La mayoría de estos trabajos fueron desarrollados por estudiantes de distintas disciplinas, en el marco de elaboración de sus Tesis de grado.

Entre los trabajos realizados en este espacio, destaca el realizado por Diego Luna (2006), miembro de la CAACH, junto a Sofía Mena, quienes elaboraron un estudio para la I. Municipalidad de Coquimbo, titulado "*Zonificación para el Manejo Ambiental del Estero El Culebrón*", el cual realizó un levantamiento de línea base de diferentes componentes ambientales y socioambientales para elaborar una propuesta de zonificación del humedal y un plan de manejo adecuado de este. Este estudio consideró la identificación de los múltiples y diversos usos que suceden y superponen sobre el territorio, generando distintos impactos sobre el humedal. Algunos de los usos que producen mayor presión, y de manera permanente sobre el sector, son la infraestructura vial, los asentamientos humanos, y el tránsito peatonal desregulado sobre el área.

Al año siguiente Cerasa y Martínez (2007), realizaron un nuevo estudio del Culebrón, en el marco de su tesis de grado, en el cual las autoras destacaron la importancia que tiene el estero al analizar la evolución histórica (período 1972-2006), de la condición ambiental del humedal por los impactos ambientales provocados por la intervención antrópica sobre este sistema, además de caracterizar el medio construido y humano, y los impactos ambientales que en éste se presentan.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

En el año 2009, la Comisión Nacional de Medio Ambiente licitó la elaboración de una "Propuesta de Plan Integral de Restauración del Humedal El Culebrón, Región de Coquimbo", la cual fue elaborada por Rivera, Quiroz y Arancibia (2009). Este trabajo se enfocó en realizar "un análisis de la calidad ambiental a nivel de la cuenca de Pan de Azúcar, con la finalidad de determinar los impactos que afectan la calidad del estero El Culebrón y la de su laguna estuarina y desembocadura" (Rivera et al., 2009). Además, ellos utilizaron la Matriz de Leopold para evaluar los impactos que se observaron dentro de la cuenca, estableciendo una matriz de causa y efecto entre los componentes ambientales considerados (Rivera et al, 2009).

En 2014, Cavieres, da cuenta de una serie de problemas ambientales, asociados a los usos de suelo que se dan en el estero el Culebrón, principalmente en la cuenca media y baja, resaltando 7 impactos como los más importantes del estudio estos el relleno del terreno (material transportado por minera, residuos domiciliarios y de construcción), los microbasurales (instalados en el humedal y trasladándose aguas arriba del Estero), el pastoreo (rumiantes), el tránsito vehicular y peatonal (la falta de un cierre apropiado permite el paso libre de vehículos y personas fuera de las rutas establecidas), la ocupación de terrenos (campamentos ilegales), depósitos de relaves mineros (inercia del suelo, existencia de componentes en niveles que superan los máximos óptimos para la vida de vegetal) y la urbanización (la mayor de las causas del daño ambiental).

Finalmente, el equipo de METROLAB, (Mashini, Egger, Frotzbacher y Hofer, 2015) evaluó el potencial de crear dos parques metropolitanos en la Bahía de Coquimbo, en los humedales de la desembocadura del Río Elqui y Estero El Culebrón. En su trabajo, ellos analizaron la zona del Parque El Culebrón, ubicado en el brazo poniente del Estero, sin embargo, no consideró un levantamiento de línea base completo, ya que se enfocaron en la visión de la ciudadanía y en los restos paleontológicos del sector del parque, dejando de lado la avifauna y otros componentes de igual importancia para la elaboración de la estrategia.

3.7.2 Trabajo de Terreno

Durante los días que se recorrió el humedal, se observaron los distintos usos de suelo presentes, así también como también se conversó con distintos vecinos y personas que se encontraban paseando por el lugar para obtener una visión más general de la situación del humedal. Con esto, se buscó identificar la relación que posee la población de Coquimbo, con el Estero, el Parque y el Humedal en sí.

Durante los días que se recorrió el sistema El Culebrón, se observaron distintas situaciones que reflejan parte de lo ya levantado en lo registrado por los otros autores respecto a los usos de suelo, amenazas y presiones que existen sobre el culebrón, a las que se suman otras nuevas no registradas por ellos. Una de las más destacables, corresponde a la ubicación de basurales y microbasurales a lo largo y ancho de la cuenca del culebrón. También se registró la extracción

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

de material desde las laderas de la cuenca, sobre todo por el lado poniente la cual es depositada en el fondo de quebrada.

Otra situación observada, corresponde a las actividades de recreación que realizan las personas, tanto en el Humedal, como en los sectores medios y altos de la cuenca en estudio. Entre estas actividades, se vislumbró en el sector del humedal a personas Observando Aves, descansando junto a sus mascotas o bien realizando camping. También se observaron niños jugando en las canchas habilitadas en el humedal, así como gente realizando picnic en el área del Parque El Culebrón.

Otras actividades recreativas que se realizan en este sector corresponden a deportes extremos como el Motocross y Bicicross. Sin embargo, al no estar estas reguladas con circuitos específicos, generan altos impactos en las laderas de los cerros, sobre todo en la vegetación nativa de estos. A estos daños se suman las extracciones ilegales de conchas fósiles, sobre todo de las localizadas en las laderas del Parque El Culebrón, con fácil acceso por parte de quienes visitan este sector. Otro uso que observó en el sector, corresponde a la extracción de pelillo, y el pastoreo de animales en las zonas de espejo de agua, ubicándose la primera en la zona del estuario y la segunda en la cuenca media, donde se encuentran ambos brazos del humedal.

También, se pudieron apreciar tomas ilegales de terreno, las cuales surgen en cualquier lugar donde puedan instalarse con materiales ligeros. Según la información oficial del MINVU, existen 2 campamentos en el área de estudio: El campamento "El Triángulo", con 14 familias habitando y formado el año 1986; y el campamento "Culebrón Polígono", formado en 1995 y en el que residen 11 familias (MINVU, 2015). Sin embargo, en terreno se observaron dos nuevos campamentos ubicados cerca de las viviendas de la Población San Juan, cerca de las canchas del humedal que están en el punto de intersección de los dos cursos del estero El Culebrón. El otro se registró en la orilla sur del Parque El Culebrón.

3.7.3 Conclusiones

Existen múltiples presiones urbanas sobre el Área en Estudio, las cuales no han sido solucionadas, como la contaminación por basura, la ocupación del espacio por campamentos y las prácticas turísticas indebidas. Además, el Nuevo Plan Regulador sigue permitiendo el desarrollo de algunas de estas actividades en los sectores cercanos, lo que podría fomentar las presiones sobre este sistema a futuro.

El reconocimiento ecológico que ha efectuado tanto la comunidad científica como la ciudadanía, respecto al valor paisajístico y ecológico del humedal, es algo destacable y que se ha registrado en cada uno de los trabajos que han abordado el tema del humedal y la participación ciudadana, pero son pocos los esfuerzos que se han hecho por parte de ambas partes, por mantenerlo libre de basuras y escombros, así como de protegerlo de las amenazas antes señaladas.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Los estudios que se han llevado a cabo en este espacio han dado cuenta de la degradación de este ecosistema, por la disposición de basura, extracción de agua y extracción de material desde las laderas del Estero. Sin embargo, estos registros dan cuenta del interés que existe por parte de diversas personas de la Región por conservar y fomentar el buen uso de este espacio, con distintas propuestas de parque ecoturístico (Bustamante, 2008 y Mashini et al., 2014) y estudios de líneas base (Luna et al, 2006; Cerasa y Martínez, 2007; Rivera et al, 2009; Cavieres, 2014)

Los esfuerzos por planificar el sistema hídrico son variados, pero pocos concretos respecto a la mejor utilización de este espacio, ya que no abarcan la totalidad del sistema, se enfocan en áreas acotadas de alto valor paisajístico y muchas veces quedan en el informe, sin llegar a concretarse.

En esta línea, la actual planificación que existe en el área de estudio, busca el resguardo de gran parte de esta, pero no de la totalidad, considerando para ello los sectores que se encuentran colindantes con las áreas urbanizadas (Poblaciones San Juan, La Cantera y Talinay) y el sector del Humedal El Culebrón, situación que viene a ser subsanada por el nuevo Plan Regulador de Coquimbo, el cual si considera toda el área de estudio como zona de Área Verde, permitiendo así el desarrollo de actividades de esparcimiento y recreación, aunque se podría fomentar aún más la planificación de este lugar, dejando sectores específicamente para la conservación, y otros para la infraestructura y equipamiento cultural y deportivo, que sean complementarios a las actividades antes mencionadas.

Finalmente, las actividades de extracción que se realizan deben terminar, ya que los impactos que podrían producir a futuro por un evento extremo de lluvia podrían generar graves problemas, como pérdidas de vidas humanas, destrucción de infraestructura y relleno de los cuerpos de agua principales del estero. Se recomienda aumentar la fiscalización de estas actividades, además de regularizar la situación de los sectores tomados en el cauce y en las laderas de los cerros, quienes son los más expuestos a estos riesgos.

4 MARCO LEGAL

Se analizó la normativa vigente que define el marco jurídico territorial y de protección medioambiental al área de estudio, revisando tanto la normativa vigente y aplicable, como también aquellas normas que se encuentran en estado de investigación, tales como el nuevo Plan Regulador Comunal de Coquimbo y el Plan Regulador Intercomunal para la provincia del Elqui que se encuentran en etapa desarrollo.

Durante este análisis se tuvo en consideración la orientación que le pretende dar la I. Municipalidad al área de estudio, identificando aquellas normas e instituciones jurídicas relevantes para el área y que pueden servir para darle el uso y protección de este espacio. Por

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

tanto, se incluye dentro del análisis del marco legal las correspondientes observaciones a cada una de las normas estudiadas.

4.1 Metodología

El desarrollo de este estudio se llevó a cabo en cuatro fases: identificación de la normativa legal que comprende el marco jurídico del área de estudio, de acuerdo con tres categorías: normativa medioambiental, planificación territorial y planificación del borde costero.

Luego se identificaron cada una de las normas que cobran relevancia para la determinación del marco legal del área de estudio, lo que se realiza mediante un adecuado análisis de las potenciales leyes, reglamentos y decretos que pueden ser aplicables, todos ellos a través de la Biblioteca digital del Congreso Nacional.

Estudiada cada norma, se realiza un resumen de estas, incluyendo sus principales características, como ella se relaciona con el área de estudio y las críticas que pueden esbozarse. Lo anterior se materializa a través de una tabla resumen que permite identificar claramente cada norma analizada, de qué manera se relaciona con el área de estudio, cuáles son las fases en que dicha norma resulta aplicable, el sector del área de estudio en que la norma aplica, forma de cumplimiento de la norma, críticas constructivas para la adecuada instrumentalización de la norma en consideración con los objetivos planteados y la forma en que se acredita el cumplimiento de esta.

Luego del análisis pormenorizado de cada una de las normas estudiadas, se incluye una reflexión sobre todas las alternativas identificadas para dar una adecuada protección al área de estudio, teniendo presente siempre el interés de la I. Municipalidad de poder desarrollar actividades conexas que se puedan complementar con el espíritu del uso para protección que se pretende.

4.2 Discusión y Conclusiones

Dentro de la normativa que se aplica concretamente, se encuentra el Tratado Internacional de Rámsar, ratificado por la República de Chile en 1981. Si bien el Humedal no reúne todas las características necesarias para declararlo como "Humedal de categoría Rámsar", el tratado de todas formas impone a los signatarios el deber de velar por la adecuada protección de todas aquellas zonas y áreas que presentan características Rámsar, lo que sucede en el caso del humedal El Culebrón y todo el sistema ecológico que lo compone y complementa. De esta forma, el Tratado Rámsar se convierte en la primera herramienta a fin de justificar todas las

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

acciones que se pretenden encaminar en el área de estudio, por cuanto ellas vendrían siendo una manifestación del cumplimiento de las obligaciones impuestas en dicho tratado.

Desde un punto de vista de la protección de la fauna identificada en el lugar, la Ley de Caza y su reglamento otorgan un adecuado marco jurídico para proteger dichas especies, pues todas ellas son identificadas como especies protegidas, ya sea por su estado de conservación o simplemente por tratarse de especies nativas, endémicas o exóticas.

La ley de monumentos nacionales presenta la posibilidad de ingresar una solicitud para que una determinada área obtenga la calificación de “Santuario de la Naturaleza” por la autoridad respectiva. El lado positivo de dicha declaración es que le otorga un mayor nivel de protección al área de estudio en caso de obtenerse, pues al tratarse de una norma de la República, goza de una estabilidad mayor que in decreto alcaldicio. Sin embargo, le resta autonomía administrativa al Municipio en cuanto al área que obtiene protección, por cuanto toda modificación, construcción u otro tipo de intervención en el área debe ser necesariamente consultada y autorizada a través de la unidad correspondiente del Ministerio del Medio Ambiente.

La Ley y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción son las normas que regulan y que se encuentran jerárquicamente por encima de los instrumentos de planificación territorial. Debido a lo anterior, es de vital importancia tener en consideración las peyorativas de dichos cuerpos legales, por cuanto pueden servir de justificación para tomar medidas de protección en torno al área de estudio. En particular, se debe rescatar el hecho que el artículo 2.1.18 del Ordenanza señala que los instrumentos de planificación territorial deben reconocer las áreas de protección de recursos de valor natural, lo cual incluye bordes costeros marítimos, lacustres y fluviales.

El actual Plan Regulador de Coquimbo data del año 1984, e identifica dos tipos de uso de suelo en el área de estudio. Dichas áreas son la zona R.T. 1 y R.T. 3, las cuales se encuentran en relativa armonía con la pretensión de uso que se le pretende dar al área de estudio.

Por su parte, existe también un Plan Seccional vigente que también aplica al área, identificado como Plan Seccional La Cantera, el cual identifica cuatro zonas de uso de suelo en el área de estudio. A groso modo, algunas de usos permitidos en las zonas identificadas podrían entrar en conflicto con el área de estudio, particularmente aquellos contemplados para la zona Z.E. 10, por cuanto contempla el desarrollo incluso de actividades de comercio, las cuales, de no ser suficientemente limitadas, podrían afectar el normal desarrollo del ecosistema que se pretende proteger.

Se encuentra también en etapa de proyecto un nuevo Plan Regulador para el área, el cual reemplazaría tanto el actual Plan Regulador como el Plan Seccional antes mencionado. Dicho proyecto contempla 14 zonas de uso de suelo para el área de estudio, presentando algunas de ellas mayor o menor compatibilidad con el espíritu que se pretende impregnar en el área. En tal

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

sentido, se recomienda tomar en consideración la necesidad no solo de regular adecuadamente el uso de suelo dentro del área de estudio, sino también las zonas más próximas, por cuanto lo que se pretende proteger es un ecosistema integral, que comprende fauna cuyo comportamiento puede verse afectado por factores externos tales como ruido o contaminación.

En cuanto a la regulación del Borde Costero, es necesario señalar que se encuentra vigente un Decreto que establece las áreas de uso preferente de los espacios del borde costero del litoral de la IV Región de Coquimbo. Dicha norma identifica dos zonas de uso preferencial de suelo en el área, presentando una de ellas ciertas incompatibilidades respecto al área de estudio. Sin embargo, debe tenerse en consideración que las normas definidas en dicho Decreto no son de carácter vinculante y constituyen una simple recomendación.

Para finalizar, las alternativas para dar una adecuada protección al área de estudio son dos: acogerse a la protección de la Ley de Monumentos Nacional a través de la declaratoria de "Santuario de la Naturaleza", o bien, realizar la protección del área de estudio a través de una adecuada implementación del nuevo Plan Regulador de Coquimbo, lo cual debe entenderse complementado por la protección de la cual ya goza la fauna del lugar debido a la Ley y Reglamento de Caza. A su vez, en la memoria explicativa y en los considerandos de un eventual nuevo plano regulador sería recomendable incluir las referencias a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, y a los Tratados Internacionales que justifican las decisiones tomadas, a fin de darle mayor sustento a la zonificación implementada y evitar potenciales cambios usos de suelo por alteraciones en el control político del Municipio.

5 VALORIZACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES

Para llevar a cabo la propuesta de Zonificación, se realizó una valoración de cada uno de los componentes ambientales levantados, los cuales fueron abordados desde diferentes criterios. Además, se incluyó una valoración de las Amenazas Naturales presentes en el área de estudio y que pudiesen generar situaciones de riesgo social, ecológico, sanitario u otros.

En el presente anexo, se presenta la metodología y los principales resultados obtenidos de la valoración de los componentes ambientales de Hidrología e Hidrografía, Flora y Vegetación, Fauna, Biota Acuática, Arqueología, Paleontología y Usos de Suelo. También se incluye una valoración de las Amenazas Naturales identificadas, con tal de tener en consideración los peligros ambientales al momento de realizar la zonificación

5.1 Componente Ambiental: Hidrología e Hidrografía

Para su valoración, se determinaron ciertos criterios claves, tales como presencia de biota acuática, calidad del agua, vegetación de ribera (porcentaje de cobertura), capacidad de

Comentado [TC2]: ES POSIBLE PRESENTAR EL RESUMEN DE LA VALORACION DE LOS COMPONENTES COMO UNA MATRIZ??

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

amortiguamiento ante desastre (tsunami, tormenta e inundaciones), potencial hídrico y grados de intervención humana, los cuales son capaces de proveer diferentes servicios ecosistémicos.

Para llevar a cabo este cruce, se valorizaron las estaciones de muestreo y se definieron 6 macrozonas hídricas, de acuerdo con la homologación de sus resultados, obteniéndose que se las zonas de menor valorización corresponden a aquellas con algún grado de intervención antrópica, lo que ha llevado al detrimento del componente hídrico y de sus criterios. Esto limita la disponibilidad de servicios ecosistémicos o usos atribuibles, reduciéndose en algunos casos a actividades recreacionales sin contacto. Por otro lado, es importante mencionar que las actividades de extracción de material en riberas, no sólo modifica la morfología del cauce y los servicios asociados a ello, también altera el valor de la vegetación, variando el aporte de sedimentos hacia el estero producto de la erosión, el arrastre y el deslizamiento de material.

Comentado [TC3]: Como se valorizan LAS ESTACIONES DE MUESTREO?

5.2 Componente Ambiental: Flora y Vegetación

Las comunidades vegetales pueden ser consideradas como subdivisiones de la cubierta vegetal. De esta forma, la fisionomía de la vegetación es el aspecto que esta presenta, como resultado de la composición de formas de vida dominantes y del arreglo estructural horizontal (recubrimiento) y vertical (estratificación) de las comunidades vegetales, independientemente de la combinación de especies.

La identificación de las comunidades vegetales se abordó bajo el enfoque fisionómico-estructural considerando aspectos cuantitativos (abundancia, cobertura, dominancia) y cualitativo (composición florística, fisionomía, estructura). La metodología se basa en la "Carta de Ocupación de Tierras" desarrollada por el "Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger" (CEPE) de Montpellier, Francia; cuya idea central es proporcionar una representación, lo más objetiva posible, de la vegetación y su estado actual. La vegetación es clasificada en función de su estructura (formación, tipo biológico, cobertura), especies dominantes, formaciones vegetales y grado de intervención o artificialización. Cada una de las comunidades vegetales identificadas, fue valorizada de acuerdo con los criterios antes expuestos.

5.3 Componente Ambiental: Fauna Terrestre

El área de estudio fue delimitada en 6 sectores de muestreo de acuerdo, a características vegetacionales, antropológicas, geomorfológicas e hídricas, principalmente. Con estas áreas, se procedió a realizar una valoración, a partir de los siguientes parámetros: Riqueza de Especies en Categoría de Conservación, Abundancia de Especies en Categoría de Conservación, Riqueza de Especies Endémicas, Abundancia de Especies Endémicas, Recursos Hídricos (caudal hídrico de cada lugar), Recursos Bióticos (cobertura de vegetación), Preservación, Grado de Amenaza / Alteración, Superficie, Riqueza de Especies con Doble Criterio de Protección,

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Riqueza de Especies con Un Criterio de Conservación, Valor Científico, Valor Didáctico, Valor Turístico - Recreativo, Riqueza del Promedio y Abundancia Total del Promedio.

Los sectores de muestreos, denominados para este caso como Hábitats, fueron delimitados de acuerdo con las condiciones de habitabilidad que ofrecen para las distintas especies de aves identificadas.

De acuerdo a los criterios antes señalados, se calculó la valorización final de este componente ambiental, donde se destacan aquellos lugares con una alta valoración ambiental (Humedal y Cuenca Alta del Brazo Oriental) de aquellos con una baja valoración ambiental (Sector de Unión de cursos de agua).

5.4 Componente Ambiental: Biota Acuática

Este componente basó su valoración en la división del ecosistema del estero en 4 zonas, debido a las diferencias en calidad del agua y en el grado de perturbación del cauce, de acuerdo con el levantamiento realizado en las estaciones estudiadas.

- **Zona Alta:** Corresponde al sector más alto del área de estudio, abarcando desde el sector denominado como cueva del Chivato hasta el situado aguas debajo de la estación EC-10, frente a la pista de motocross
- **Zona Intermedia:** Corresponde al sector medio del estero, abarcando desde aguas abajo de la estación EC-10 hasta aguas arriba de la estación EC-8.
- **Zona Baja:** Corresponde al sector más bajo del estero, abarcando desde la estación EC-8 hasta aproximadamente la intersección con la línea férrea, aguas abajo de la intersección con la ruta 5 Norte.
- **Zona de la Laguna Costera:** Se trata de un ecosistema lenticó de aspecto lagunar y con conexión constante con el mar

La valorización, en tanto, se llevó a cabo de acuerdo con los siguientes criterios: Especies endémicas, Especies con problemas de conservación, Especies Introducidas, Estado de degradación y Calidad del Agua.

A diferencia del componente evaluado anteriormente, en este caso no se hizo una valoración final de los criterios utilizados para determinar los niveles finales, sino que se zonificó con esta generalidad.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

5.5 Componente Ambiental: Arqueología

En esta sección se analizó el componente de lugar, entendido este como las obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza, así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico (UNESCO, 1983).

Para la presente sección se considera la protección del patrimonio arqueológico en relación con la normativa vigente en el marco legal del Estado de Chile (Ley 17.288 y 19.300), y las normas establecidas en el *International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS), donde se han propuesto medidas específicas de actuación sobre el Patrimonio Arqueológico en el contexto de la ordenación territorial. En esta situación se elaboró la Carta para la protección y gestión del Patrimonio Arqueológico (1990).

El diagnóstico general del estado de conservación se realizó a partir de la observación directa en terreno y del análisis de distintos componentes de algunas variables ambientales, tanto a nivel general y como a nivel específico (morfología, edafología y cobertura vegetal).

De este modo, se consideró una clasificación según los niveles de impacto/valor de la totalidad de los recursos identificados, según las categorías de Registrable (Todos aquellos *locus* arqueológicos que pueden ser registrados), Rescatable (Aquellos recursos que, dados sus atributos o impacto, deben someterse a un mayor grado de intervención para salvaguardar y recuperar su contexto) y Preservable (Aquellos recursos registrables y rescatables cuyo interés de conservación y puesta en valor trasciende las categorías anteriores, importe a la ciencia y al patrimonio cultural de la nación, por su naturaleza única), planteados por Ladrón de Guevara y Elizaga (2009). En este caso, los hallazgos solo son registrables.

5.6 Componente Ambiental: Paleontología

El deterioro del Humedal y Parque El Culebrón crea la necesidad de una mayor conciencia pública del medio ambiente natural y la conservación del patrimonio paleontológico. En esta etapa se ha realizado una valoración y zonificación del área de estudio desde el punto de vista paleontológico.

Para llevar a cabo esto, el área de estudio fue dividida en unidades territoriales sobre la base de la cartografía geológica elaborada en la etapa previa, ya que cada una de las formaciones geológicas identificadas tiene unas características paleontológicas concretas y homogéneas.

A cada una de estas áreas se le asignó un valor científico, didáctico y turístico-recreativo, calculados sobre la base de sus atributos con relación a los diferentes parámetros identificados anteriormente. De la misma manera, se estimó el riesgo de degradación de los principales elementos de interés al interior de las unidades definidas. El riesgo de degradación depende de

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

algunos parámetros como la 'accesibilidad', 'la proximidad a centros poblados' y 'el riesgo de recolecta'.

La relevancia o interés del sitio para cada categoría se obtuvo mediante la suma ponderada de los valores obtenidos para cada parámetro. Puede observarse que, mientras más importante se considera un parámetro para una categoría, mayor será su coeficiente de ponderación en la tabla.

Finalmente, se realizó una estimación de la prioridad de protección de las distintas unidades territoriales, a partir de la combinación entre cada aptitud de uso obtenida (*i.e.* valor científico, valor didáctico, valor turístico-recreativo) y el riesgo de degradación de sus elementos principales.

Con estos resultados se realizó la zonificación del área, delimitando sectores con diferente valor patrimonial desde el punto de vista del componente paleontológico, detectando además sitios especialmente vulnerables.

Sobre la base de los puntajes alcanzados por las diferentes unidades territoriales, éstas fueron agrupadas en tres categorías, a saber: Zonas de Muy Alto Valor Paleontológico (áreas de mayor sensibilidad por la presencia de restos paleontológicos que deben permanecer *in situ*), Zonas de Escaso Valor Paleontológico (zonas con hallazgos aislados y/o de escaso valor patrimonial) y Zona de Nulo Interés Paleontológico (áreas en las que no afloran sedimentos fosilíferos).

5.7 Componente Ambiental: Usos de Suelo

Corresponde a los impactos generados en los distintos componentes ambientales, de acuerdo con los usos que se identificaron en terreno y que la gente suele darle, a las distintas zonas del estero, diferenciándolos según ciertos criterios ambientales y sociales.

Para desarrollar esta sección se consideró como criterio el grado de degradación del espacio, producto de los usos dados a cada uno de los sitios estudiados, donde un menor nivel de degradación fue valorado con nivel 1 y un mayor grado de degradación con nivel 3. Entre los usos evaluados se encuentran los siguientes: Área Sin Vegetación (9 Subzonas), Área Recreativa (Canchas y Circuito de Motos) (5 Subzonas), Área de Matorrales (14 Subzonas), Área Humedal (6 Subzonas), Área de Protección (2 Subzonas), Fondo de Quebrada (14 Subzonas), Cuerpo de Agua (4 Subzonas), Vialidad (10 Subzonas), Zona Industrial (3 Subzonas), Zona de Reforestación, Zona de Plantación Agrícola (2 Subzonas), Terreno de Playa (3 Subzonas), Asentamientos Urbanos (Ilegales) (8 Subzonas).

Dentro de cada unidad de uso de suelo delimitada, se identificaron además distintas subzonas, ya que los impactos identificados no se presentaban de forma homogénea en cada una de estas

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

áreas, teniendo una mayor extensión en algunos sectores, o presentándose en forma más puntual en otros.

En cuanto a los niveles de degradación, se identificaron ciertos factores de impacto ambiental, que fueron evaluados en base a 3 criterios de intensidad y extensión del daño sobre el área evaluada, Estos criterios de evaluación corresponden a los siguientes: Disposición de Basura y Escombros (cantidad de basura que se encuentra en el área evaluada), Relleno del Cauce (cantidad de material depositado en cada sector evaluado), Extracción de Tierra (impactos producidos en las laderas que rodean al estero El Culebrón) y Actividades Humanas (Son todas aquellas actividades recreativas que se producen a lo largo de la cuenca).

5.8 Amenazas Naturales

La Región de Coquimbo, al igual que el resto del territorio nacional, se encuentra expuesta a una gran cantidad de peligros naturales, entre los que se encuentran aquellos desencadenados por fenómenos de remoción en masa, inundación por crecida de los cauces, sismicidad e inundación por tsunamis, además de los incendios forestales (considerando su origen con causas naturales y naturales inducidas).

El Área de Estudio, ubicada en la ciudad de Coquimbo, presenta las condiciones geológicas, geográficas y climáticas para que se desencadenen varias de estas amenazas, poniendo en peligro no sólo al ecosistema que se encuentra en la quebrada, sino también a la población que vive en las cercanías y que realiza distintas actividades, tanto en el área de estudio como en sus alrededores.

Para este estudio, se consideraron los riesgos naturales establecidos en la actualización del Plan Regulador Comunal, los cuales corresponden a la Susceptibilidad de Remoción en Masa, el Peligro de Inundación por Crecida del Cauce y la Amenaza de Inundación por Tsunami.

De acuerdo con la información obtenida desde el Estudio de Riesgos de la Municipalidad de Coquimbo, se determinaron los siguientes sectores altamente susceptibles a los riesgos naturales:

- **Sector del Humedal:** Presenta una alta susceptibilidad a los fenómenos de inundación, tanto por crecida del flujo de agua proveniente del estero El Culebrón, como de un Tsunami de campo cercano
- **Cuenca Media:** Entre los puentes que cruzan el humedal en la zona baja y la zona de encuentro de los dos brazos del Estero El Culebrón, se pueden encontrar en la parte de fondo de quebrada los riesgos de inundación fluvial y por tsunamis, mientras que ya en los cerros aledaños empiezan a aparecer las primeras zonas susceptibles a remoción en masa, principalmente por deslizamiento y desprendimiento de rocas.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

- **Brazo Poniente:** En las quebradas y en los fondos de quebradas es posible encontrar una susceptibilidad baja y alta a inundaciones fluviales, y en las laderas de los cerros los peligros de remoción en masa. Sólo en la parte baja de este brazo es posible observar algún grado de inundación por tsunami, sin embargo, esta es de baja susceptibilidad.
- **Brazo Oriente:** Hasta la parte media de este brazo es posible observar una susceptibilidad media y baja por inundación por tsunami, mientras que en gran parte del fondo de quebrada se ve una baja susceptibilidad a inundación fluvial. En ambos lados del brazo y en las quebradas menores se observa un alto peligro por fenómenos de remoción en masa.

6 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN

La zonificación, entendida como un proceso dinámico, adaptativo e iterativo, tiene por objetivo el ordenamiento del territorio en función de la aptitudes y limitaciones del mismo. Esta es una herramienta clave en el manejo de áreas destinadas a la protección del patrimonio natural y cultural de un área determinada. Para llevarla a cabo se deben asignar usos a diferentes partes o porciones del territorio en función de la capacidad de cada uno de estos de sustentar, en el largo plazo, diversas actividades compatibles con los objetivos de conservación.

Para asignar a cada unidad del territorio, las zonas propuestas se usaron las valorizaciones más altas de cada componente ambiental, bajo la premisa que estos valores representan la máxima aptitud y/o limitación que posee dicho componente ambiental para sustentar una determinada acción sobre el territorio. Este procedimiento se logró mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permiten la superposición de un conjunto de capas que representan los componentes ambientales valorados según los criterios de cada especialista. Este proceso, denominado "álgebra de mapas", permite la delimitación de cada una de las zonas propuestas.

En el caso de que cada unidad territorial adquiriera valores altos para más de una zona, su asignación estuvo sujeto al siguiente orden de prioridades: (1) zonas de preservación, (2) zonas de conservación, (3) zonas de recuperación, (4) zonas de usos recreativos y educación ambiental, y (5) zonas de usos intensivos. De esta manera se definieron 7 zonas agrupadas de la siguiente forma:

- **Zona de Conservación del Sistema Hídrico**
 - Zona de Preservación y Restauración del Sistema Hídrico El Culebrón
 - Zona de Conservación y Restauración de Riberas, y Protección Contra Riesgo de Inundación Fluvial

Comentado [TC4]: En este punto faltó indicar o mostrar cuales son esas zonas..

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

- **Zona de Conservación de Ecosistemas Terrestre**
 - Zona de Conservación y Restauración del Humedal El Culebrón, y Protección Contra Riesgo de Inundación Fluvial y Tsunami
 - Zona de Conservación y Restauración del Matorral Nativo de la Parte Superior de la Cuenca del Estero El Culebrón

- **Zona de Uso Recreacional**
 - Zona de Uso Recreativo Extensivo
 - Zona de Uso Recreativo Intensivo

- **Zona de Conservación y Restauración del Patrimonio Paleontológico, Arqueológico y Cultural**

- **Zonas Urbanas/Industriales Consolidadas**

Cada una de estas zonas es descrita con mayor detalle en el Informe Ejecutivo del levantamiento de Línea de Base.

7 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO

Los Planes de Manejo corresponden a instrumentos de gestión y se estructuran sobre la base de un conjunto organizado de acciones que se agrupan de acuerdo con finalidades comunes. Son estas acciones organizadas las que permitirán el logro de los objetivos de manejo propuestos para el área.

La estructuración del Plan de Manejo se realiza aplicando el método de Marco Lógico modificado y adaptado para la planificación de áreas naturales. Esta estructura identifica los problemas que amenazan la conservación y gestión sustentables del patrimonio natural y cultural del área. Posteriormente, los problemas o amenazas se transforman en objetivos de manejo sobre los cuales se definen estrategias para su cumplimiento. Estas estrategias exigen la definición de una serie de resultados esperados y una secuencia de actividades que se deben desarrollar para la adecuada gestión del territorio.

En función de los resultados de la línea de base se identificaron los principales problemas o amenazas relacionados con la conservación y gestión del área, los cuales se resumen en cuatro problemas centrales.

Según los datos levantados por cada especialista, se identificaron diferentes problemas ambientales, asociados principalmente a la pérdida y degradación del patrimonio natural y cultural del área, así como un bajo conocimiento y valoración por parte de la población aledaña, de los atributos ecológicos y culturales del área, situaciones que se han visto menoscabadas

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

también ante la inexistencia de un mecanismo de gobernanza participativa en los espacios naturales de este ecosistema, la cual se relaciona directamente con una deficiente gestión y administración por parte de los organismos públicos competentes para la conservación del área en estudio.

Con estos problemas identificados, junto a sus principales factores causales se pueden plantear las estrategias necesarias para resolverlos. Si lo que se pretende es resolver integralmente la situación, habrá que actuar sobre los factores causales utilizando las estrategias alternativas definidas. Cada una de las estrategias identificadas deberá ser capaz de dar una respuesta integral a la situación problema. De esta manera, los cuatro problemas centrales identificados se transforman en los objetivos de manejo y el conjunto de causas en resultados esperados. Estos objetivos se traducen en los siguientes:

Problema	Objetivo de Manejo
Pérdida y degradación del patrimonio natural y cultural del área.	Conservar y restaurar el patrimonio natural y cultural del Humedal y Parque El Culebrón a través de estrategias que permitan eliminar y/o controlar las amenazas e impactos ambientales generados por los actuales usos del territorio.
Conocimiento y valoración insuficiente de los atributos ecológicos y culturales del área	Promover actividades recreación y educación ambiental orientadas a poner en valor los atributos ecológicos, paisajísticos y culturales.
Mecanismo de gobernanza participativa deficiente del área.	Mejorar el posicionamiento del área ante la comunidad, los visitantes y las autoridades, y establecer un marco de colaboración con la comunidad local y otras partes interesadas.
Gestión y Administración deficiente para la conservación del área	Crear e implementar un modelo de gestión administrativa, territorial y financiera para área.

Finalmente, siguiendo la metodología de Marco Lógico, el Árbol de Objetivos se traspassa a una matriz compuesta por un fin, objetivos o propósitos, resultados o componentes y actividades, donde cada una de ellas se evaluará según indicadores, verificadores y supuestos. De esta manera se definieron cuatro Programas de Manejo:

1. Programa de Conservación del Patrimonio Natural y Cultural
2. Programa de Uso Público
3. Programa de Vinculación con la Comunidad
4. Programa de Operaciones

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

8 PLAN MAESTRO PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

Finalmente, con la zonificación lista y el plan de manejo realizado, se puede llevar a cabo la propuesta arquitectónica para el área de estudio presentando los principales puntos a considerar en el desarrollo de una propuesta urbanística para proteger las áreas de mayor valor ecosistémico, y a la vez potenciar el desarrollo turístico sustentable del Humedal y Estero El Culebrón ubicados en la ciudad de Coquimbo.

Este plan, se enfoca en presentar, en una primera parte, cuáles son los mejores lugares para trazar senderos de apreciación del entorno, como también los mejores lugares donde poder llevar a cabo estrategias de reforestación y recuperación del espacio.

Ya en la siguiente parte, se presenta la propuesta de diseño para las principales infraestructuras a instalar en los circuitos y puntos de interés turístico, a lo largo del área de estudio, así como también la propuesta de diseño de un Museo Paleontológico y de un Centro de Difusión Científica, en distintos sectores del culebrón.

8.1 Diseño de Circuitos y Senderos en el Área de Estudio

- a) Sector Humedal El Culebrón:* El humedal se divide en 2 áreas, separadas básicamente por el cuerpo de agua principal, el que divide en poniente más prístino y con mayor potencial turístico, y el oriente más degradado, por la presencia del relave minero y la cercanía con el barrio industrial. Por esta razón, es que se proponen en este sector áreas de recuperación, cercanas a la ruta Panamericana Norte y áreas de reforestación cercanas al actual campamento El Triángulo y la línea del tren (

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

b) Figura RE - 11).

c) Sector Medio del Estero El Culebrón: La segunda parte del estero, considerando que es el área más extensa por intervenir posee varios lugares con pendientes naturales pronunciadas, sobre todo en las laderas de este espacio, las que colindan con las poblaciones de Talinay por el oriente y San Juan por el poniente. En este sector se propone el desarrollo de un circuito deportivo, considerando el diseño de una ciclovía por los senderos ya trazados y junto a ésta una segunda vía para realizar actividades como trote u otros ejercicios de contemplación del espacio(Figura RE - 12).

d) Brazo Oriental del Estero El Culebrón:En este sector, se considera la continuación del circuito deportivo, pero, además, se considera un área de reforestación con especies nativas para rescatar actual basural, en el área cercana a la pista de motocross, ayudando así a la conservación de la vegetación y la fauna que allí habita(Figura RE - 13).

e) Brazo Poniente del Estero El Culebrón:En este sector, se propone fortalecer y delimitar correctamente la vía de acceso vehicular y establecer en la entrada del Parque El Culebrón un estacionamiento, que cuente además con una caseta de seguridad ciudadana, con tal de resguardar a las personas que visiten este lugar y evitar situaciones como la ocurrida el jueves 04 de mayo de 2017¹(Figura RE - 14).

¹ <http://www.diarioeldia.cl/policia/localizan-cadaver-cerca-quebrada-en-sector-culebron>

RESUMEN EJECUTIVO
Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 11: Circuito de observación de aves y el entorno



Fuente: Elaboración propia.

Figura RE - 12: Diseño Circuito Deportivo y Conexiones



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

Figura RE - 13: Área 3. Humedal. Circuito y Conexiones



Fuente: Elaboración propia.

Figura RE - 14: Área 4. Humedal. Circuito Deportivo y Conexiones



Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio Línea de Base Humedal y Parque El Culebrón - Coquimbo

8.2 Diseño de Infraestructura y Equipamiento

- a) Museo El Culebrón: Se considera la construcción del edificio Museo el Culebrón con un diseño simple y que permita la utilización de luz natural durante el día, y ampollitas de bajo voltaje para la noche, con tal de no perturbar a las especies nocturnas de aves y otros micromamíferos que viven en el Humedal.
- b) Torres Mirador: A lo largo de todo el humedal, según lo expuesto hasta ahora, se considera la construcción de varios miradores de estructura, que sean diseñados en madera, con un ancho de 4,9 metros y un largo de 4,8 metros, y una altura de 4 metros por sobre la topografía, con tal de darle al visitante diferentes instancias de contemplación del paisaje.
- c) Centro de Difusión: Este Centro, se diseñó como un área que permita la investigación del ecosistema en forma constante y para ir exponiendo los trabajos que diferentes científicos del mundo estén llevando a cabo, no sólo en el Ecosistema, sino en toda la Región de Coquimbo, con tal que las personas puedan conocer los trabajos que se llevan a cabo y conectarse más con su ciudad.
- d) Pasarelas: A lo largo de todo el humedal y en los sectores aledaños a cuerpos de agua, se considera la construcción de pasarelas de madera a 0,8 m sobre la topografía, y que permitan el desarrollo normal de la flora y fauna del sector
- e) Baños y Camarines: Como apoyo a las instalaciones deportivas, se propuso anteriormente la instalación de servicios higiénicos, que consideren baños y camarines, los que tendrán una dimensión aproximada de 41,6 metros de largo, 4,44 metros de ancho y 2,49 metros de alto en su frente con una altura máxima en su centro de 3,31 metros.