



DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CABO LEONES

SEPTIEMBRE DE 2011

**ANEXO 2
CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL**

AGGEA

Asesorías en Gestión y Ambiente Ltda.

**Av. Apoquindo 6275, Oficina 121, Las Condes
Tel.: (56 2) 2291589 - Fax: (56 2) 639 2570
E-Mail: info@agea.cl - Web: www.agea.cl**

INDICE

1. CLIMA Y METEOROLOGÍA	5
1.1 <i>Clima</i>	5
1.2 <i>Meteorología</i>	5
2. GEOLOGÍA	6
2.1 <i>Introducción</i>	6
2.2 <i>Metodología</i>	6
2.3 <i>Resultados</i>	6
2.4 <i>Rasgos Erosivos y Estructurales</i>	8
2.5 <i>Conclusiones</i>	9
3. GEOMORFOLOGÍA	9
3.1 <i>Introducción</i>	9
3.2 <i>Metodología</i>	9
3.3 <i>Resultados</i>	9
3.4 <i>Conclusiones</i>	14
4. HIDROLOGÍA	14
4.1 <i>Introducción</i>	14
4.2 <i>Metodología</i>	14
4.3 <i>Resultados</i>	14
4.4 <i>Conclusiones</i>	15
5. FLORA Y VEGETACIÓN	16
5.1 <i>Introducción Y Antecedentes</i>	16
5.2 <i>Objetivos</i>	17
5.3 <i>Metodología</i>	18
5.4 <i>Resultados</i>	20
5.5 <i>Fotografías flora y vegetación</i>	28
5.6 <i>Conclusiones</i>	32
6. FAUNA	33
6.1 <i>Objetivo</i>	33
6.2 <i>Metodología</i>	33
6.3 <i>Resultados</i>	36
6.4 <i>Resumen y conclusiones</i>	48
6.5 <i>Recomendaciones</i>	49
7. RIESGOS NATURALES	50
7.1 <i>Introducción</i>	50
7.2 <i>Metodología</i>	50
7.3 <i>Conceptos</i>	50
7.4 <i>Resultados</i>	51
7.5 <i>Conclusión</i>	56
8. BIBLIOGRAFÍA	56

TABLAS

Tabla 1: Variables Meteorológicas Estación Puerto Huasco.....	5
Tabla 2. Lista de la flora vascular del área de estudio	22
Tabla 3. Lista de especies con problemas de conservación según diferentes propuestas.	25
Tabla 4. Especies nativas citadas en el D.S. 68.....	25
Tabla 5. Unidades de la Carta de Ocupación de Tierras	26
Tabla 6. Especies en categoría de conservación y su distribución en las Unidades de la Carta de Ocupación de Tierras	27
Tabla 7: Especies de Vertebrados Terrestres Registradas en el Área de Influencia del Proyecto, endemismos, origen y estado de conservación.	38
Tabla 8: Distribución de las Especies de Vertebrados Terrestres Registradas en el Área de Influencia del Proyecto	41
Tabla 9: Coordenadas y tipo de registro de especies en Categoría de Conservación, reptiles y madrigueras activas de cururo (m/a).	42
Tabla 10: Abundancia Relativa de la Fauna Registrada por Ambientes.....	44
Tabla 11: Terremotos destructores de magnitud Richter mayor a 7,5 acompañados con Tsunamis (entre los 27 a 33 ° de lat. Sur)	54

FIGURAS

- Figura 1: Localización del Sistema de Fallas de Atacama.
- Figura 2: Proporción de especies nativas y alóctonas
- Figura 3: Proporción de especies nativas y endémicas
- Figura 4: Proporción de las formas de crecimiento
- Figura 5: Localización sismos de la costa de Atacama
- Figura 6: Profundidad de epicentros
- Figura 7: Esquema estructural de las fallas del área sur de la Región de Atacama.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PROYECTO "PARQUE EÓLICO CABO LEONES"

1. CLIMA Y METEOROLOGÍA

No se identifican áreas de influencia para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o indirectos sobre este componente. No obstante, para efectos facilitar la comprensión acerca del medio físico en el cual se encuentra inserto el proyecto, se incluye una breve descripción de esta componente.

1.1 Clima

Según la clasificación de köeppen¹ el área del proyecto presenta un clima desértico con nublados abundantes (bwn). Este tipo de clima está presente en todo el sector costero de la región de atacama y penetra hasta las proximidades de Copiapó y Vallenar, ya que el relieve no presenta barreras a la influencia marítima. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad que se presenta durante la noche y disipa durante la mañana, a veces acompañada de intensas nieblas y lloviznas. Esto también define una alta cantidad de días nublados y pocos días despejados. La influencia oceánica produce un régimen térmico moderado con poca amplitud térmica tanto diaria como anual. Las precipitaciones son mayormente de tipo frontal y aumentan de norte a sur. Por ejemplo en Chañaral se alcanzan precipitaciones anuales de 12 mm, en caldera de 27 mm y en totoral de 32 mm. Estas precipitaciones ocurren casi exclusivamente en invierno¹.

1.2 Meteorología

Estación Puerto Huasco

En la Tabla 1 se presenta la información meteorológica disponible en el Balance Hídrico de Chile (DGA, 1987) para la estación meteorológica más cercana al área del proyecto: Puerto Huasco (28° 27' S, 71° 13' O, 4 m.s.n.m.), de la Dirección General de Aguas (DGA) para la cual existen datos de precipitación y temperatura media anual.

Tabla 1: Variables Meteorológicas Estación Puerto Huasco

Estación	Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm/año)
Puerto Huasco	14.8	27

Fuente: Balance Hídrico de Chile (DGA, 1987).

Temperatura: Período 1951-1980. Precipitaciones: Período 1966-1970

2. GEOLOGÍA

2.1 Introducción

En esta sección se presentan los antecedentes relativos a la geología del área del proyecto, tomando como área de estudio o caracterización, aquella correspondiente al sector costero comprendido entre Ensenada Tetillas por el sur hasta Quebrada La Reina por el norte. El proyecto no afectará la geología del lugar, sin embargo, se describe este componente para establecer (en mejor medida) el contexto ambiental donde se inserta el proyecto.

2.2 Metodología

La metodología para la caracterización de esta componente consistió en la recopilación de antecedentes bibliográficos obtenidos a partir de estudios geológicos de macroescala y fotointerpretación de imágenes de satélite complementadas con visitas a terreno (lámina 4. Geología, ver anexo 1 cartografía).

2.3 Resultados

2.3.1 Orogénesis y Fallamientos

La tectónica del área es escasa no observándose plegamientos ni fallas dentro del área del Proyecto. Al norte se registra la primera falla importante que corresponde a la Falla Caracoles localizada aproximadamente a 5 km al NE del área del Proyecto, que corre en sentido NO-SE y que forma parte del sistema de Fallas de Atacama¹ que recorre el país en sentido Norte Sur según se muestra aproximadamente en la Figura 1.

2.3.2 Unidades Geológicas

La geología del área del proyecto está compuesta principalmente por rocas granodioríticas y metamórficas conformando una terraza de abrasión marina con un gradiente oeste-este y sur-norte, que va desde los 20 hasta los 200 m.s.n.m a los pies de la Loma del Medio o Gruesa que marca el inicio del relieve montañoso costero.

Sobre estas estructuras rocosas que conforman la plataforma, existen depósitos de material eólico y aluvial dispuestos en forma horizontal y subhorizontal.

Las unidades geológicas identificadas para el área² se describen a continuación (lámina 4 geología, ver anexo 1 cartografía) siguiendo un orden cronológico desde las más recientes a las más antiguas e indicando su nomenclatura geológica:

¹ Gonzalez, G y D. Carrizo.2003. Segmentación, cinemática y cronología relativa de la deformación tardía de la Falla Salar del Carmen, Sistema de Fallas de Atacama, (23°40'S), norte de Chile Rev. geol. Chile v.30 n.2 Santiago dic. 2003

² Carta Geológica Freirina-El Morado 1:100.000 N. Servicio de Geología y Minería.2006

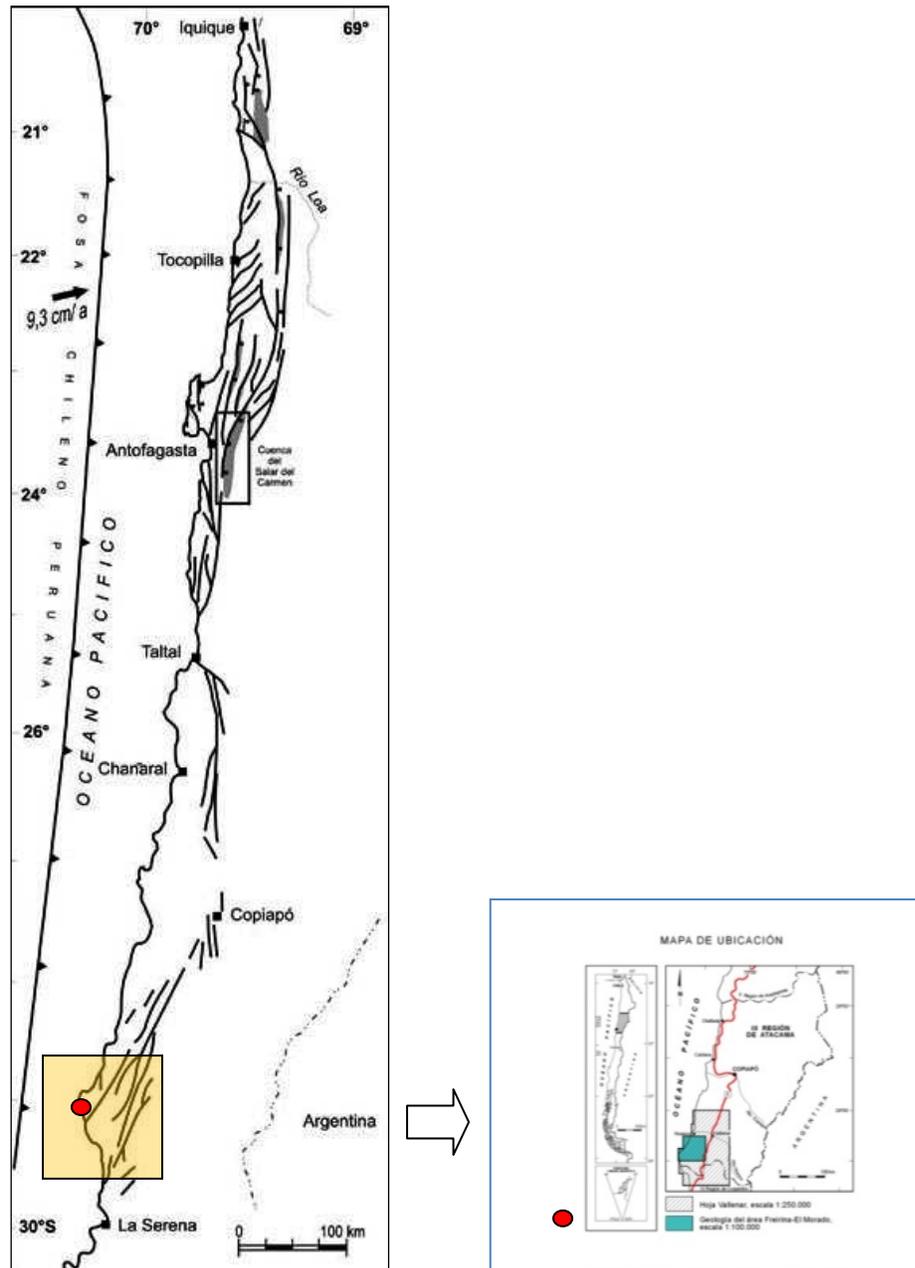


Figura 1: Localización aproximada del Sistema de Fallas de Atacama.

La flecha indica la velocidad (cm/a) de la subducción entre las placas de Nazca y Pacífica. El recuadro y punto indica aproximadamente el área del proyecto en el tramo Chañaral de Aceituno-Punta Leones.

a. Unidades de Edad Pleistoceno-Holoceno

- Depósitos eólicos no litificados (PIHe1a): Corresponden a coberturas de arenas estabilizadas por efecto de la vegetación, emplazadas sobre la plataforma costera.
- Depósitos eólicos activos (PIHe2a): Corresponden a estructuras dunarias localizadas al norte de Ensenada Tetillas.
- Depósitos aluviales activos (PIHa2b): Corresponden a limos rojizos estratificados, rípios y arenas encausadas por canales actuales.
- Depósitos aluviales inactivos (PIHa1): Corresponden a depósitos aluviales moderadamente cohesionados a no consolidados que conforman los bordes de la terraza de la Quebrada Chañaral.
- Depósitos litorales (PIHI): Consisten en coquinas, gravas y arenas dispuestas sobre terrazas de abrasión marina.

b. Unidades de Edad Pliocena

- Estratos de la Quebrada Chañaral (PIIch): Corresponden a depósitos marino-litorales que incluyen rípios y arenas bioclásticas parcialmente litificadas.

c. Unidades de Edad Miocena

- Estratos de la Formación Coquimbo MPIic): Corresponden a una secuencia sedimentaria clástica de origen marino cuyas evidencias se pueden observar en el sector de Ensenada Tetillas. Está conformada por areniscas gruesas a finas y fosforitas concrecionales. Contienen restos óseos de cetáceos y aves, dientes de seláqueos, rayas, vértebras y escamas de peces, además de invertebrados marinos.

d. Unidades de Edad Mesozoica (Jurásico Medio)

- Granodiorita El Cobre (Jmgdc): Consiste en granodioritas y tonalitas de biotita con enclaves monzodioríticos. Conforman el relieve más importante del área por ejemplo Loma del Hueso y Loma del Medio o Gruesa, además de pequeñas irregularidades topográficas como Morrillo Totoral.

e. Unidades de Edad Paleozoica (Devónico-Carbonífero Inferior)

- Complejo Epi-Metamórfico Chañaral (DCch): Consiste en metareniscas cuarcíferas en parte microconglomeradas con clastos angulosos o subredondeados y metapelitas. Corresponden a las rocas más antiguas del área las que se observan en el sector de Cabo Leones.

2.4 Rasgos Erosivos y Estructurales

A lo largo de la línea litoral se aprecian rasgos de un paleoacantilado desarrollado sobre las estructuras metamórficas y granodioríticas. Se presenta en la forma de 2 a 3 peldaños con alturas de 20 a 60 m s.n.m.

2.5 Conclusiones

El área de Cabo Leones está conformada por una plataforma de abrasión marina conformada por rocas granodioríticas y metamórficas subyaciendo a depósitos eólicos y aluviales del Pleistoceno-Holoceno estabilizados por la acción de la vegetación. Presenta además en áreas puntuales de la zona litoral de Ensenada Tetillas muestras de la Formación Coquimbo la que presenta material fosilífero.

3. Geomorfología

3.1 Introducción

En esta sección se presentan los antecedentes relativos a la geomorfología del área del proyecto, desarrollando como área de caracterización la correspondiente al sector costero comprendido por la Quebrada de Carrizalillo por el Sur hasta la sección media de la Quebrada de Los Pozos por el norte, desde la línea litoral hasta los contrafuertes cordilleranos costeros.

3.2 Metodología

La metodología para la caracterización de esta componente consistió en la recopilación de antecedentes bibliográficos obtenidos a partir de estudios realizados en la costa regional y fotointerpretación de imágenes de satélite complementadas con visitas a terreno (lámina 5 geomorfología, ver anexo 1 cartografía)

3.3 Resultados

3.3.1 Dominio Morfotectónico y Estructural

Tal como ha sido indicado, la geología del área de estudio está marcada por la presencia de rocas ígneas y metamórficas conformando planicies de abrasión marina y fluvio-marinas con coberturas de arenas de origen eólico, mayoritariamente estabilizadas por efecto de la vegetación (Foto 1). La costa es de carácter mixto, por un lado rasgos abrasivo-tectónicos desde Ensenada Tetillas al Norte y de carácter sedimentario en el área de Ensenada Tetillas.

3.3.2 Rasgos Morfológicos Generales

Siguiendo un perfil transversal a la línea de costa se pueden reconocer los siguientes individuos geomorfológicos:

- Zona de rompientes y línea litoral acantilada y rocosa: Esta zona se desarrolla al norte de Ensenada Tetillas (Fotos 2 y 3). Presenta rasgos rocosos irregulares que permite el desarrollo de pequeñas ensenadas. Tiene escasa presencia de playas arenosas lo que denota su carácter erosivo general.
- Zona de rompientes y playas arenosas: Comprende el área de Ensenada Tetillas (Foto 3) que presenta una playa arenosa de aproximadamente 1,3 km de largo. Constituye además el área de desembocadura de 2 quebradas menores que confluyen en el área

céntrica y sur de la ensenada, que corresponden a Quebrada Agua Amarga y Salitral y Quebrada Tetillas respectivamente. Esta área, como se ha indicado presenta un carácter sedimentario con acumulación de arenas de tonos blancos y amarillo claros, playas arenosas submarinas de aproximadamente 500 m litoral adentro y oleaje de baja energía con rompientes en tipo derrame, coherente con el desarrollo o prolongación en forma submarina de la playa arenosa.

- Acantilado de alturas promedio de 20 a 60 m s.n.m: El margen acantilado es un rasgo continuo para el área de estudio. Presenta al menos dos escalones diferenciados el segundo de los cuales no es un rasgo continuo. Las alturas promedio fluctúan entre los 20 m en el sector de Punta Blanca hasta los 60 m s.n.m en el sector de Punta Agua de la Zorra.
- Plataforma costera de ancho máximo de 10 km y pendiente de aproximadamente 1° hacia el este y norte. De acuerdo a las fuentes bibliográficas las plataformas costeras tienen anchos importantes para la costa nortina, alcanzando aproximadamente entre 18 km y 14 km para el sector de Carrizalillo³.
- Marco montañoso bajo costero con alturas cercanas a los 600 m s.n.m: Corresponde a un relieve de baja montaña en dominio semiárido emplazado al este de la plataforma costera. Por ejemplo Loma del Medio.
- Lechos y terrazas fluvio-marinas correspondientes a Quebrada Chañaral y Quebradas Salitral, Agua Amarga y Tetillas.

3.3.3 Contexto Morfoclimático

En términos geomorfológicos el área del proyecto corresponde a un dominio morfoclimático semiárido costero, con precipitaciones escasas y acción eólica moderada la que resulta en algunas formas dunarias de dirección NE por sobre la playa en Ensenada Tetillas.

Los rasgos geomorfológicos más significativos se relacionan con el ambiente costero abrasivo y sedimentario que es posible identificar desde Ensenada Tetillas hacia el norte.

3.3.4 Morfogénesis, Condición Geodinámica actual

a. Formas y Procesos a Nivel de Plataforma

Las formas dominantes son subhorizontales con una morfogénesis escasa siendo más bien un área estable desde el punto de vista de la dinámica de las formas superficiales. Este hecho se corrobora con una cobertura continua de vegetación arbustiva baja con cactáceas cubriendo la plataforma costera (Foto 1). No se observan rasgos deflatores o erosivos actuales importantes.

³ Geomorfología de Chile. Colección Geografía de Chile. R. Boergel.

b. Formas y Procesos a Nivel de Bordos de Terraza o Acantilado

Los rasgos generales de la costa del área son de carácter abrasivo-tectónicos con una indentación importante que es coherente con lo indicado por Araya (1976 y 1982)⁴. Este rasgo abrasivo se manifiesta en un borde acantilado irregular con salientes rocosas y ensenadas (Fotos 2 y 3) que son posibles de observar desde Ensenada Tetillas al norte y que responden a la erosión diferenciada de estructuras rocosas granodioríticas del Mesosóico y metamórficas del Devónico-Carbonífero.

De igual manera en el sector de Ensenada Tetillas se observan rasgos sedimentarios conformando playas arenosas superficiales y submarinas. Este rasgo se proyecta al interior por aproximadamente 2,5 km, por sobre el acantilado en la forma de coberturas o aspersiones arenosas no conformando estructuras dunarias apreciables o de rasgos notorios.

c. Formas y procesos a nivel de fondo de Quebradas y Fondos de valle

Sobre el área de la plataforma las formas erosivas por acción fluvial son menores. Las Quebradas de Salitral, Agua Amarga y Tetillas no conforman lechos importantes así como tampoco cuencas aportantes significativas. Solo la Quebrada de Chañaral de origen preandino presenta dimensiones importantes en sus lechos que permiten indicar funcionamiento aluvional (Fotos 4 y 5). Los lechos son pedregrosos así como también bordes de terraza abruptos que ilustran probablemente algún fenómeno de disección de las terrazas por solevantamiento del bloque costero, es decir, sobreimposición del eje fluvial por sobre la plataforma costera. El nivel de encajonamiento es importante, alcanzando desniveles de aproximadamente 40 m entre la superficie de la plataforma y el lecho de la Quebrada.

⁴ Araya, J.F. 1976. Reconocimiento de Tipos e Individuos Geomorfológicos Regionales en la Costa de Chile. 1976. Infor. Geog. Chile. 23.

Araya, J.F. 1982. Análisis de la Localización de los Procesos y Formas Predominantes de la Línea Litoral de Chile. Observación Preliminar. Infor. Geog. Chile. 29.



Foto 1: Vista al este. Plataforma costera de rasgos horizontales y subhorizontales consistente en una cobertura arenosa estabilizada por efecto de la vegetación sobreyaciendo a rocas ígneas y metamórficas. Al fondo relieves montañosos costeros.

Foto 2: vista al norte de costa acantilada y rocosa; de rasgos irregulares e indentación. Se aprecia el primer peldaño del acantilado costero.



Foto 3: Vista al este desde Cabo Leones hacia Ensenada Tetillas. Al fondo litoral arenoso y al costado izquierdo acantilado costero.



Foto 4: Vista al oeste desde el borde de la terraza de la Quebrada Chañaral en el sector de la plataforma costera. Se aprecia borde de terraza (+/- 40 m) y lecho aluvional.



Foto 5: Vista hacia el oeste (aguas abajo) desde nivel del lecho aluvional de la Quebrada Chañaral, antes de salir a la plataforma costera en el sector de Carrizalillo.

3.4 Conclusiones

Respecto a las formas destacan un rasgo acantilado que se proyecta desde Ensenada Tetillas al norte con dos escalones notorios de 20 y 60 m s.n.m aproximadamente y un rasgo de plataforma costera de ancho cercano a los 10 km. La morfogénesis es estable en la plataforma y de rasgos más abrasivos en lo que al acantilado compete. Se añaden también como áreas con una dinámica erosiva-sedimentaria el sector de la Playa en Ensenada Tetillas y la Quebrada Chañaral que muestra formas propias a procesos aluvionales y bordes de terraza inestables. Las Quebradas de Salitral, Agua Amarga y Tetillas no conforman lechos importantes así como tampoco cuencas aportantes significativas.

4. HIDROLOGÍA

4.1 Introducción

En esta sección se presentan los antecedentes relativos a la hidrología del área del proyecto, abarcando la plataforma costera comprendido entre la Quebrada Los Pozos por el norte y la Quebrada de Chañaral por el sur.

4.2 Metodología

La metodología para la caracterización de esta componente consistió en el análisis de cartas topográficas e imágenes satelitales, delimitación de las cuencas hidrográficas y recopilación de antecedentes pluviométricos generales representativos.

4.3 Resultados

4.3.1 Contexto Hidrográfico General

De acuerdo a Niemeyer y Cereceda⁵ el área del proyecto se emplaza dentro de la Región Hidrográfica de los Ríos de Torrente de Régimen Mixto de la Zona Semiárida de Chile, definiendo al área del Proyecto dentro de las cuencas de carácter exorreico de origen costero.

4.3.2 Red de Drenaje

En términos hidrográficos en el área del Parque Eólico existen dos tipos de redes hidrográficas:

- Sistema de microcuencas costeras de tamaños inferiores a los 50 km², con nacientes en los contrafuertes cordilleranos costeros, por ejemplo, Quebrada Los Pozos (50 km² de área aportante) al norte del área del Proyecto y Quebrada Salitral (25 km² de área aportante) y Tetillas (5 km² de área aportante) con nacientes sobre la plataforma dentro del área del Proyecto. Aquí las redes de drenajes son de pequeñas dimensiones,

⁵ Niemeyer y Cereceda. 1984. Hidrografía de Chile. Tomo VIII, Geografía de Chile.

de escaso desarrollo y que responden al carácter semiárido dominante (ver anexo 1 Cartografía Lámina 6 hidrología)

- Sistemas preandinos como la Quebrada Chañaral de Aceituno. Esta quebrada se encuentra al sur del área del Proyecto y presenta un diseño hidrográfico funcional a condiciones paleoambientales más húmedas que las actuales. Se incluyen como afluentes importantes en la sección inferior de la cuenca; la Quebrada El Morado y la Quebrada Puquios.

Ambos sistemas son mayoritariamente inactivos en la actualidad salvo en presencia de las escasas precipitaciones que se registran anualmente en la zona. De acuerdo a estadísticas de precipitaciones para el sector de Freirina se indican aproximadamente montos de 42 mm anuales. Como dato complementario se indica que las últimas lluvias importantes ocurridas en la Región de Atacama registraron aproximadamente 9,5 mm para Freirina y 2 mm para el sector de Domeiko.

4.3.3 Esguerrimiento y Lechos Asociados en la Plataforma Costera

Tal como se indicó las microcuencas de la Quebradas Salitral y Tetillas son los sistemas más dominantes en el área del Proyecto. Ambas nacen sobre la plataforma y desembocan en Ensenada Tetillas. Son sistemas hidrográficos incipientes con escaso desarrollo de lechos fluviales, constituyendo líneas de drenaje de escasa incisión sobre la plataforma. El esguerrimiento es altamente variable y dependiente de la presencia de precipitaciones que en monto o intensidad permitan flujos superficiales. Los lechos tienen aproximadamente 4 m y no se observan depósitos aluvionales significativos.

Para la Quebrada Los Pozos los lechos son más desarrollados cercanos a los 20 m y la Quebrada Chañaral presenta claramente lechos aluvionales de gran envergadura, en promedio 300 m.

4.4 Conclusiones

El área de Cabo Leones está conformada por una plataforma de abrasión marina sobre la cual se han diseñado dos sistemas hidrográficos incipientes; Quebradas salitral y Tetillas, con drenaje hacia el SO y esguerrimientos esporádicos, eventualmente con presencia de precipitaciones abundantes. Las nacientes de ambos sistemas se encuentran sobre la plataforma, sin conexión aparente con los flancos montañosos del relieve costero.

5. FLORA Y VEGETACIÓN

5.1 Introducción Y Antecedentes

5.1.1 Flora

El área de estudio del Parque Eólico Cabo Leones se encuentra localizada en la zona del desierto costero, formando parte del desierto de Atacama. Presenta temperaturas estables con baja oscilación térmica (12,9-19,9°C), y escasas precipitaciones, con 29 mm de precipitaciones concentradas principalmente en invierno, que determinan un clima mediterráneo superárido con 12 meses secos (Di Castri y Hajek, 1976).

En general la zona costera de la Región presenta un alto nivel de endemismos, por lo que ha sido incluida dentro del hot spot de biodiversidad de Chile Mediterráneo (Arroyo et al, 1999).

Las floraciones episódicas y masivas de plantas vasculares en las áreas costera y central de la III Región constituyen el fenómeno comúnmente llamado "desierto florido". Estos episodios se asocian a los eventos climáticos conocidos como fluctuaciones ENSO (El Niño, Southern Pacific Oscillation), lo cuales están caracterizados por precipitaciones más abundantes de lo normal. Las floraciones son gatilladas por las precipitaciones que se registran en los años denominados "El Niño" (Dillon & Hoffmann, 1997; Squeo et al, 2008). En los años de "La Niña", secos y fríos, la emergencia de las plantas y la floración de los arbustos son mínimas.

Para la flora de la Región de Atacama se registran 1.099 especies de plantas vasculares, de las cuales 980 son nativas. El 54,3% de la flora de Atacama es endémica de Chile, y el 37,3% es endémica de la región de Atacama y sus regiones vecinas (Antofagasta y Coquimbo). (Squeo et al, 2008).

5.1.2 Vegetación

Desde el punto de vista de la vegetación, Gajardo (1994) reconoce para el área la Región fitogeográfica del Desierto y más localmente la sub-región del desierto costero, una gran diversidad florística debido a las precipitaciones en forma de neblina costera que se desarrolla en el lugar. Dentro de esta subregión el área de estudio se localiza en la formación del desierto costero de Huasco, la que se caracteriza por tener un estrato más continuo y con mayor permanencia que en otras áreas de la sub-región, destaca la tendencia de transición que señala el límite sur de muchas especies y el límite norte de otras. Se presentan dos comunidades:

a. **Heliotropium stenophyllum – Oxalis gigantea**

Comunidad que se presenta repartida y en el sector sur se aleja de la influencia del mar y sus neblinas, se emparenta bastante con el área del desierto florido y muchas de sus especies son frecuentes en el matorral estepario de la IV Región. Tiene como especies representativas a *Heliotropium stenophyllum* - *Oxalis gigantea* y como especies acompañante a: *Encelia tomentosa* - *Ephedra andina* - *Ophriosporus triangularis* - *Opuntia miquelii* - *Pleocarphus revolutus* - *Adesmia argentea* - *Argyllia radiata* - *Aristolochia chilensis* - *Bahia ambrosioides* - *Balbiccia peduncularis* - *Cassia acuta* - *Chaetanthera glabrata* - *Eulichnya acida* -

Gutierrezia resinosa - *Haplopappus paravifolius* - *Lobelia polyphylla* - *Nicotiana solanifolia* - *Opuntia ovata* - *Skytanthus acutus* y *Trichocereus coquimbana*. Finalmente como especies ocasionales se destacan *Cristaria glaucophylla* - *Chuquiraga acicularis* y *Hipeastrum ananuca*.

b. Encelia tomentosa – Nolana paradoxa

Comunidad que presenta una fisonomía arbustiva, con una cobertura muy baja y en cuya composición participan muchas especies efímeras características del desierto florido. Sus especies representativas son *Encelia tomentosa* y *Nolana paradoxa*, mientras que las acompañantes y comunes son *Bahia ambrosioides*, *Frankenia chilensis*, *Nolana rostrata*, *Ophryosporus triangularis*, *Cristaria glaucophylla*, *Heliotropium linarioides*, *Polyachyrus roseus* y *Tetragonia maritima*.

Según Luebert y Plischoff (2006), el área de estudio se encuentra en tres pisos de vegetación de la formación de matorral desértico, sucesivos desde la costa hacia el interior, los cuales se describen a continuación:

• **Matorral desértico mediterráneo de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum***

Matorral muy abierto dominado por los arbustos *Heliotropium stenophyllum* y *Oxalis gigantea* con participación importante de *Flourensia thurifera*, *Alona coelestis*, *Nolana crassulifolia* y *Encelia canescens*. En las terrazas litorales es frecuente la presencia de *Haplopappus cerberoanus*, el que es emplazado por *H. pulchellus* en las laderas de los cerros y *H. parvifolius* en las zonas más altas del límite del piso de vegetación. Durante la primavera de los años lluviosos el suelo se cubre de una estrata de herbáceas efímeras tanto nativas como introducidas; lo último es reflejo de los regímenes de perturbación antropica a que está sometido.

También destacan las especies *Adesmia tenella*, *Alona coelestis*, *Bahia ambrosioides*, *Balbisia peduncularis*, *Cryptantha glomerata*, *Cristaria glaucophylla*, *Chorizanthe glabrescens*, *Chuquiraga ulicina*, *Cistanthe coquimbensis*, *Echinopsis coquimbana*, *Encelia canescens*, *Erodium cicutarium*, *Fagonia chilensis*, *Flourensia thurifera*, *Fuchsia lycioides*, *Gutierrezia resinosa*, *Haplopappus cerberoanus*, *H. parvifolius*, *H. pulchellus*, *Heliotropium stenophyllum*, *Lobelia polyphylla*, *Nolana crassulifolia*, *Ophryosporus triangularis*, *Oxalis gigantea*, *Pleocarphus revolutus*, *Schismus arabicus*.

5.2 Objetivos

El presente informe tiene por objetivo general describir la flora y vegetación del área de estudio correspondiente al Parque Eólico Cabo Leones, sobre la base de su reconocimiento en terreno y descripción bibliográfica.

5.2.1 Objetivos específicos

- Confeccionar un catálogo de la flora presente en el área del estudio, que incluya la clasificación taxonómica, nombre común, forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación.

- Definir, describir y cartografiar los principales tipos de vegetación (formaciones) presentes en el área de estudio.

5.3 Metodología

5.3.1 Área de estudio

El área de estudio correspondiente al Parque Eólico Cabo Leones y sus instalaciones asociadas, se localiza en la costa del sur de la III Región de Atacama, entre Caleta Sarco por el norte y Caleta Chañaral de Aceituno por el sur.

El presente informe se elaboró en base a datos levantados en terreno, en una campaña realizada entre los días 15 y 19 de agosto del 2011.

5.3.2 Flora

La identificación de las especies se realizó en terreno, sobre la base de la experiencia del investigador. Para las especies que no se pudo identificar en terreno, el material se herborizó y determinó, en gabinete, con la ayuda de la literatura pertinente. La nomenclatura de las especies sigue a Marticorena & Quezada (1985) y correcciones sugeridas por el primero de los autores.

Para el análisis de las formas de crecimiento se consideraron los siguientes tipos:

- Árboles: Plantas leñosas con uno o más ejes principales, con crecimiento sobre los 2 metros de altura.
- Arbustos: Planta leñosa, ramificada desde la base. Incluye arbustos fruticosos o semileñosos.
- Hierbas perennes: Planta cuyos individuos poseen órganos de resistencia subterráneos, de los que rebrotan en cada primavera.
- Hierbas anuales: Plantas que pasan la estación de receso en forma de semilla.
- Suculentas: Plantas de tallos u hojas carnosas.
- El origen geográfico de las especies considera dos categorías (Font-Quer, 1985):
- Nativas (autóctonas): Especies presentes en el país antes de la llegada de los españoles.
- Endémicas: Especies que crecen naturalmente sólo en Chile.
- Alóctonas (advenas, exóticas): Especies que no son oriundas de Chile, asilvestradas.

Para la revisión de especies de plantas vasculares en categorías de conservación, se revisó los instrumentos legales los Decretos del Ministerio Secretaría General de la

Presidencia Nº 151/2006, Nº 50/2008 y Nº 51/2008 que oficializan el Primer, Segundo y Tercer proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación respectivamente. También se revisó la lista nacional de especies en categoría de conservación, (CONAF 1989), la cual se cita por la Resolución Nº 586 de fecha 01 de diciembre de 2009, de la Dirección Ejecutiva de la Corporación Nacional Forestal, que especifica las especies en categoría de conservación del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989), aplicables a la Ley 20.283/08 sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

También se presentan las categorías según otras propuestas de conservación como las listas regionales de especies del Libro Rojo y propuestas para geófitas monocotiledóneas, pteridophyta y plantas suculentas (CONAF, 1989), así como las Propuestas para pteridophytas (Baeza et al, 1998) cactáceas (Belmonte et al, 1998) y bulbosas nativas (Ravenna et al, 1998) agrupadas en el Boletín Nº47 del Museo Nacional de Historia Natural, y la propuesta del Libro Rojo Regional según Squeo et al, 2008. Además se revisó las propuestas para cactáceas de Hoffmann & Walter, 2004, que constituye la revisión taxonómica más reciente.

Finalmente se revisó el Decreto Supremo Nº68 del Ministerio de Agricultura, en el cual se presentan las especies leñosas que determinan la elaboración de un Plan de trabajo de Formaciones Xerofíticas.

Los nombres vulgares de las plantas en el texto fueron citados a partir de Gajardo (1994) y Villagrán y Castro, (2004).

5.3.3 Vegetación – Carta de Ocupación de Tierras

La caracterización de las comunidades vegetales naturales y su cartografía se realizó mediante la metodología de la elaboración de las Cartas de Ocupación de Tierra (Etienne y Prado, 1982). En ella se caracterizan las unidades de vegetación según criterios de dominancia y fisonomía. La abundancia de las especies se estima visualmente y las unidades cartografiadas se denominan "formaciones de vegetación".

Para el área de estudio, los tipos biológicos (fisonómicos) considerados son: "leñoso alto" (LA), para los árboles, "leñoso bajo" (LB), para los arbustos y "herbáceo" (H) para las hierbas perennes y anuales. La cobertura de la vegetación se define con la siguiente escala:

- 1: 1-5%: muy escasa
- 2: 5-10%: escasa
- 3: 10-25%: muy clara
- 4: 25-50%: clara
- 5: 50-75%: poco densa
- 6: 75-90%: densa
- 7: 90-100%: muy densa

Las cartografías que se presentan fueron realizadas a una escala de detalle 1:25.000.

5.4 Resultados

5.4.1 Flora

La flora del área del proyecto y su entorno está formada por, al menos, 93 especies. En la tabla 2 se muestran las especies ordenadas alfabéticamente por familia, indicándose para cada una, nombre científico, familia, nombre vulgar, forma de crecimiento y origen geográfico.

De acuerdo con su origen geográfico, se registraron 7 especies alóctonas o introducidas, equivalentes al 8%, por lo tanto las especies nativas alcanzan un 92% con un total de 85 especies (Figura 2). En cuanto al nivel de endemismos, del total de nativas, un 51% son endémicas, correspondiente a 44 especies, lo que está bajo el total regional de endemismo (54%) (Figura 3).

En cuanto a las formas de crecimiento, la categoría dominante son las hierbas anuales, con un 38% de representación que corresponde a 35 especies, las 7 especies de plantas alóctonas o asilvestradas corresponden a esta forma de crecimiento. Los arbustos alcanzan un 32% con 30 especies, siendo la mayoría arbustos fruticosos o semi leñosos. Las hierbas perennes alcanzan un 25% con 23 especies. Finalmente las suculentas corresponden a 5 especies con un 5% de representatividad. (Figura 4).

Figura 2 (izq.): Proporción de especies nativas y alóctonas
Figura 3 (der.): Proporción de especies nativas y endémicas

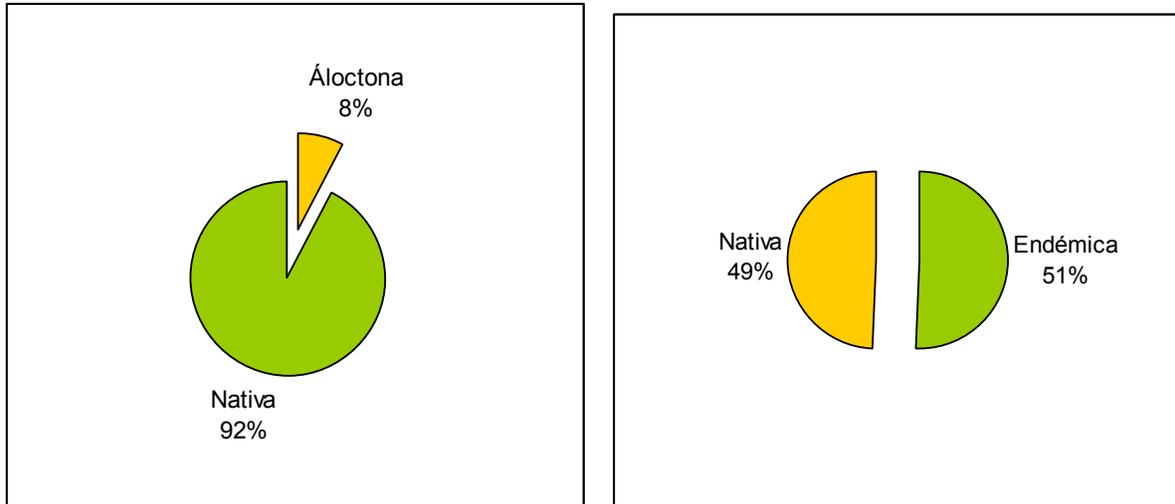


Figura 4: Proporción de las formas de crecimiento

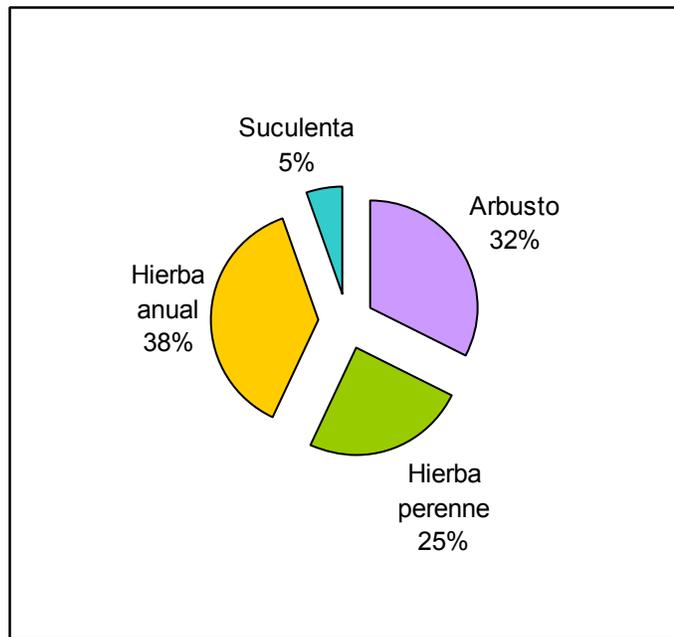


Tabla 2. Lista de la flora vascular del área de estudio

Especie	Nombre común	Familia	Forma de crecimiento	Origen geográfico
<i>Mesembryanthemum cristallinum</i> L.	Hierba del rocío	Aizoaceae	Hierba anual	Alóctona
<i>Tetragonia angustifolia</i> Barn.	Aguanosa	Aizoaceae	Arbusto	Nativa
<i>Tetragonia cf. maritima</i> Barnéoud	Aguanosa	Aizoaceae	Arbusto	Endémica
<i>Leucocoryne cf. appendiculata</i> Phil.	Huilli	Alliaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Leucocoryne coronata</i> Ravenna	Huilli	Alliaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Tristagma</i> sp.	Cebolleta	Alliaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Alstroemeria</i> sp.	Mariposa	Alstroemeriaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Rhodophiala bagnoldii</i> (Herb.) Traub.	Añañuca	Amaryllidaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Cyclospermun laciniatum</i> (DC.) Constance		Apiaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Cynanchum boerhaviifolium</i> H. et A.	Azahar del quisco	Asclepidaceae	Arbusto	Endémica
<i>Tweedia birostrata</i> (H. et A.) H. et A.	Inciense	Asclepidaceae	Arbusto	Endémica
<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.	Chamiza	Asteraceae	Arbusto	Endémica
<i>Chaetanthera glabrata</i> (DC.) Meigen	Chinita	Asteraceae	Hierba anual	Endémica
<i>Chuquiraga ulicina</i> (H. et A.) H. et A.	Hierba blanca	Asteraceae	Arbusto	Endémica
<i>Encelia canescens</i> Lam.	Coronilla del fraile	Asteraceae	Arbusto	Nativa
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.		Asteraceae	Hierba anual	Nativa
<i>Filago gallica</i> L.		Asteraceae	Hierba anual	Alóctona
<i>Gnaphalium</i> sp.	Vira vira	Asteraceae	Hierba perenne	Endémico
<i>Haplopappus cerberanus</i> (J.Remy) Reiche		Asteraceae	Arbusto	Endémico
<i>Haplopappus</i> sp.		Asteraceae	Arbusto	Nativa
<i>Ophriosporus triangularis</i> Meyen	Rabo de zorro	Asteraceae	Arbusto	Endémica
<i>Perityle emoryi</i> Torr.	Manzanilla falsa	Asteraceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Polyachyrus fuscus</i> Meyen et Walp.	Borlón de alforja	Asteraceae	Arbusto	Nativa
<i>Senecio</i> sp.		Asteraceae	Arbusto	Nativa
<i>Argylia radiata</i> (L.) D. Don	Terciopelo	Bignoniaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Amsinckia calycina</i> (Moris) Chater		Boraginaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Cryptantha glomerata</i> Lehm.		Boraginaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Heliotropium</i> sp.	Heliotropo	Boraginaceae	Arbusto	Nativa
<i>Heliotropium stenophyllum</i> H. et A.	Monte negro	Boraginaceae	Arbusto	Endémica
<i>Pectocarya dimorpha</i> (Johnst.) Johnst.		Boraginaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Pectocarya</i> sp.		Boraginaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Menonvillea minima</i> Rollins		Brassicaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Schizopetalon maritimum</i> Barnéoud		Brassicaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Copiapoa coquimbana</i> (Karw.) Britton	Quisquito	Cactaceae	Suculenta	Endémica

<i>et Rose</i>				
<i>Echinopsis deserticola</i> (Werdermann) Friedrich et Rowley	Quisco	Cactaceae	Suculenta	Endémica
<i>Eulychnia acida</i> Phil. var. <i>procumbens</i> Ritt.	Copao	Cactaceae	Suculenta	Endémica
<i>Miqueliopuntia miquelii</i> (Monville) Ritter	Tunilla	Cactaceae	Suculenta	Endémica
<i>Opuntia sphaerica</i> Först.	Gatito, chuchampe	Cactaceae	Suculenta	Nativa
<i>Caesalpinia angulata</i> (H. et A.) Baillon	Retamilla	Caesalpinaceae	Arbusto	Endémica
<i>Lobelia polyphylla</i> H. et A.	Tabaco del Diablo	Campanulaceae	Arbusto	Endémica
<i>Cardionema ramosissimum</i> (Weinm.) Nels. et Macbr.		Caryophyllaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Spergularia</i> sp.		Caryophyllaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Atriplex</i> cf. <i>clivicola</i> Johnst.	Cachiyuyo	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémica
<i>Atriplex</i> sp.	Cachiyuyo	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa
<i>Chenopodium</i> sp.	Bledo	Chenopodiaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Sycios baderoa</i>		Cucurbitaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Cuscuta chilense</i> Ker-Gawl.	Cabello de Ángel	Cuscutaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Dioscorea fastigiata</i> Gay	Jaboncillo	Dioscoreaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Dioscorea</i> cf. <i>humifusa</i> Poepp.	Jaboncillo	Dioscoreaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Ephedra gracilis</i> Phil.	Pingo pingo	Ephedraceae	Arbusto	Endémica
<i>Euphorbia copiapina</i> Phil.		Euphorbiaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Frankenia chilensis</i> K. Presl ex Roem. et Schult.	Hierba del salitre	Frankeniaceae	Arbusto	Nativa
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alfilerillo	Geraniceae	Hierba anual	Áloctona
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alfilerillo	Geraniceae	Hierba anual	Áloctona
<i>Oziroë biflora</i> (Ruiz et Pav.) Ravenna	Cebolleta	Hyacinthaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. ex K. Presl) Goldblatt	Junquillo	Iridaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Balbisia peduncularis</i> (Lindl.) D. Don	Copa de oro	Ledocarpaceae	Arbusto	Nativa
<i>Loasa elongata</i> H. et A.	Ortiga	Loasaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Loasa</i> sp.	Ortiga	Loasaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Malesherbia humilis</i> Poepp.		Malesherbiaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Cristaria</i> sp.1	Malvilla	Malvaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Cristaria</i> sp.2	Malvilla	Malvaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Malva nicaensis</i> All.	Malva	Malvaceae	Hierba anual	Alóctona
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i> (Hook.) G. Don	Malvita	Malvaceae	Arbusto	Endémica
<i>Camissonia dentata</i> (Cav.) Reiche		Onagraceae	Hierba anual	Nativa
<i>Oxalis gigantea</i> Barn.	Churqui	Oxalidaceae	Arbusto	Endémica

<i>Oxalis micrantha</i> Bertero ex Colla	Vinagrillo	Oxalidaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Oxalis</i> sp.	Vinagrillo	Oxalidaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Adesmia</i> cf. <i>littoralis</i> Burk.	Varilla	Papilionaceae	Arbusto	Endémica
<i>Adesmia</i> sp.		Papilionaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Adesmia tenella</i> H. et A.		Papilionaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Lupinus microcarpus</i> Sims	Chocho	Papilionaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Alfalfilla	Papilionaceae	Hierba anual	Alóctona
<i>Plantago hispidula</i> R. et P.		Plantaginaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Plantago rancaguae</i> Steud.		Plantaginaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Bromus berteroanus</i> Colla	Pasto	Poaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Jarava</i> sp.	Cebadilla	Poaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Vulpia</i> sp.	Pasto	Poaceae	Hierba anual	Alóctona
<i>Chorizanthe commisuralis</i> Remy		Polygonaceae	Hierba anual	Nativa
<i>Calandrinia littoralis</i> Phil.	Pata de guanaco	Portulacaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Cistanthe grandiflora</i> (Lindl.)Schltdl.	Pata de guanaco	Portulacaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Cistanthe</i> sp.	Pata de guanaco	Portulacaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Lycium stenophyllum</i> J. Remy	Chañarcillo	Solanaceae	Arbusto	Nativa
<i>Nolana acuminata</i> (Miers) Miers ex Dunal	Suspiro de mar	Solanaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Nolana albescens</i> (Phil.) Johnst.	Sosa	Solanaceae	Arbusto	Nativa
<i>Nolana divaricata</i> (Lindl.) Johnst.		Solanaceae	Arbusto	Nativa
<i>Nolana rupicola</i> Gaudich.	Suspiro de mar	Solanaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Solanum remyanum</i> Phil.	Tomatillo	Solanaceae	Arbusto	Endémica
<i>Solanum</i> sp.	Tomatillo	Solanaceae	Arbusto	Nativa
<i>Zephira elegans</i> D. Don		Tecophilaeaceae	Hierba perenne	Endémica
<i>Glandularia sulphurea</i> (D.Don) Schnack et Covas	Hierba del incordio	Verbenaceae	Hierba perenne	Nativa
<i>Viola polypoda</i> Turcz.	Violeta	Violaceae	Hierba anual	Endémica
<i>Fagonia chilensis</i> H. et A.	Hualputilla	Zygophyllaceae	Arbusto	Nativa

En cuanto a las especies en categoría de conservación, no se encontró especies evaluadas por los procesos de clasificación de especies o citada en la lista nacional de Libro Rojo de Flora Terrestre (CONAF, 1989). Se encontraron especies citadas en otras propuestas de conservación, las cuales se citan en la tabla 3. En el numeral 5.5 se presentan imágenes de algunas de las especies.

En la tabla 4 se presentan las especies encontradas en el área de estudio, citadas en el Decreto Supremo N°68 del Ministerio de Agricultura, el cual presenta las especies leñosas que determinan la elaboración de un Plan de trabajo de Formaciones Xerofíticas.

Tabla 3. Lista de especies con problemas de conservación según diferentes propuestas.

Espece	Nombre común	Categoría Squeo et al, 2008	Categoría CONAF, 1989	Boletín 47	Hoffmann & Walter, 2004
<i>Adesmia cf. littoralis</i>	Varilla	VU			
<i>Cardionema ramosissimum</i>		IC (EX?)			
<i>Copiapoa coquimbana</i>	Quisquito	FP	FP	VU	VU
<i>Echinopsis deserticola</i>	Quisco	IC (FP?)	VU	IC	VU
<i>Eulychnia acida var. procumbens</i>	Copao	FP	FP	RA	SPC
<i>Leucocoryne cf. appendiculata</i>	Huilli	FP	VU	NE	
<i>Lupinus microcarpus</i>	Chocho	IC (FP?)			
<i>Menonvillea minima</i>		EP			
<i>Miqueliopuntia miquelii</i>	Tunilla	FP	FP	FP	VU
<i>Opuntia sphaerica</i>	Gatito, chuchampe	FP	FP	FP	SPC
FP: Fuera de peligro					
EP: En peligro					
IC (FP?): Insuficientemente conocida (Fuera de Peligro?)					
IC (EX?): Insuficientemente conocida (Extinta?)					
VU: Vulnerable					
NE: No evaluada					
RA: Rara					
SPC: Sin problemas de conservación					

Tabla 4. Especies nativas citadas en el D.S. 68

<i>Balbisia peduncularis (Lindl.) D. Don</i>	Copa de oro
<i>Eulychnia acida Phil. var. procumbens Ritt.</i>	Copao
<i>Lobelia polyphylla H. et A.</i>	Tabaco del Diablo
<i>Oxalis gigantea Barn.</i>	Churqui

Vegetación – Carta de Ocupación de Tierras

En el área de estudio se encontraron 4 unidades de vegetación, las que fueron identificadas en base a formación vegetal y especies dominantes. Estos resultados se presentan en la Tabla 5, y lámina 7 (ver anexo 1 cartografía). En la tabla 6 se presentan las especies en categoría de conservación y su distribución en las unidades de vegetación, y a continuación se describe cada unidad. En el numeral 5.5 se presentan imágenes de las unidades de vegetación.

Tabla 5. Unidades de la Carta de Ocupación de Tierras

Unidad	Formación Vegetal	Especies dominantes	Descripción
1	LB4 H4 S2	Ca Ec Og Bp Hs ph pr rb sm eAP eD cC	Matorral en suelos arenosos
2	LB2 H6 S1	Ca Cu pr ar cr eAP eD	Matorral claro en suelos arenosos
3	LB4 H4 S1	Hc Se cr pr df na eAP oS mM	Matorral en fondos de quebrada
4	LB4 H5	Ot Hc Ha pr vu bb em	Matorral en afloramientos rocosos

SIGLAS

ESTRATOS	
S	Suculentas
LB	Leñoso bajo
H	Herbáceo

COBERTURAS

1	1-5%
2	5-10%
3	10-25%
4	25-50%
5	50-75%
6	75-90%
7	90-100%

ESPECIES

SUCULENTAS	
mM	<i>Miqueliopuntia miquelii</i>
cC	<i>Copiapoa coquimbana</i>
eD	<i>Echinopsis deserticola</i>
eAP	<i>Eulychnia acida var. procumbens</i>
oS	<i>Opuntia sphaerica</i>

ARBUSTOS

Ec	<i>Encelia canescens</i>
Og	<i>Oxalis gigantea</i>
Bp	<i>Balbisia peduncularis</i>
Ha	<i>Haplopappus sp.</i>
Ot	<i>Ophriosporus triangularis</i>
Ca	<i>Caesalpinea angulata</i>
Hs	<i>Heliotropium stenophyllum</i>
Hc	<i>Haplopappus cerberoanus</i>
Cu	<i>Chuquiraga ulicina</i>
Se	<i>Senecio sp.</i>

HIERBAS

ph	<i>Plantago hispidula</i>
pr	<i>Plantago rancaguae</i>
ar	<i>Argylia radiata</i>
sm	<i>Schizopetalon maritimum</i>
rb	<i>Rhodophiala bagnoldii</i>
cr	<i>Cristaria sp.</i>
na	<i>Nolana acuminata</i>
df	<i>Dioscorea fastigiata</i>
bb	<i>Bromus berteroanus</i>
vu	<i>Vulpia sp.</i>
ec	<i>Erodium moschatum</i>

Tabla 6. Especies en categoría de conservación y su distribución en las Unidades de la Carta de Ocupación de Tierras

Especie	Nombre común	Unidades			
		1	2	3	4
<i>Adesmia cf. littoralis</i>	Varilla	X			
<i>Cardionema ramosissimum</i>		X			
<i>Copiapoa coquimbana</i>	Quisquito			X	
<i>Echinopsis deserticola</i>	Quisco	X	X		
<i>Eulychnia acida</i> var. <i>procumbens</i>	Copao	X	X		
<i>Leucocoryne cf.</i> <i>appendiculata</i>	Huilli	X			
<i>Lupinus microcarpus</i>	Chocho			X	X
<i>Menonvillea minima</i>		X	X		
<i>Miqueliopuntia miquelii</i>	Tunilla	X		X	
<i>Opuntia sphaerica</i>	Gatito, chuchampe	X			

Unidad 1. Matorral en suelos arenosos

Formación de matorral sobre suelos arenosos, es la formación más ampliamente distribuida en el área de estudio, presenta un estrato arbustivo bajo, con cobertura entre 25 y 50%, con *Caesalpineae angulata*, *Encelia canescens* y *Heliotropium stenophyllum* como dominantes. En sectores con mejores condiciones de suelo la cobertura sobrepasa el 50%, donde se agregan a las dominantes *Oxalis gigantea* y *Balbisia peduncularis*. El estrato herbáceo alcanza hasta un 50% de cobertura y está dominado por *Plantago hispidula*, *P. rancaguae*, *Rhodophiala bagnoldii*, y *Schizopetalon maritimum*. También hay un estrato de suculentas que varía entre 5 y 10% de cobertura, y está representado por *Eulychnia acida* var. *procumbens*, *Copiapoa coquimbana* y *Echinopsis deserticola*.

Unidad 2. Matorral claro en suelos arenosos

Formación de matorral con menor densidad que el anterior, probablemente por efecto de sobrepastoreo ya que se observan arbustos ramoneados, y se localiza cercano a restos o evidencias de presencia humana. Presenta un estrato arbustivo bajo con cobertura entre 5 y 10%, con *Caesalpineae angulata* y *Chuquiraga ulicina* como dominantes. El estrato herbáceo sobrepasa el 75% de cobertura y está dominado por *Plantago rancaguae*, *Argylia radiata* y *Cristaria* sp. También hay un estrato de suculentas que varía entre 1 y 5% de cobertura, y está representado *Eulychnia acida* var. *procumbens* y *Echinopsis deserticola*.

Unidad 3. Matorral en fondos de quebrada

Formación que se desarrolla en fondos y laderas de quebradas, que son más bien hondonadas o depresiones de poca profundidad y bordes suaves. El estrato arbustivo varía entre 25 y 50% de cobertura y está dominado por *Haplopappus cerberianus* y *Senecio* sp. El estrato herbáceo sobrepasa el 75% de cobertura y está dominado por *Plantago rancaguae*, *Nolana acuminata*, *Cristaria* sp. y *Dioscorea fastigiata*, esta última en sectores más arenosos. También hay un

estrato de suculentas que varía entre 1 y 5% de cobertura, y está representado *Eulychnia acida* var. *procumbens*, *Opuntia sphaerica* y *Miqueliopuntia miquelii*.

Unidad 4. Matorral en afloramientos rocosos

Matorral que se desarrolla en un pequeño grupo de afloramientos rocosos en el extremo sur del área de estudio. El estrato arbustivo varía entre 25 y 50% de cobertura y está dominado por *Haplopappus cerberoanus* y *Haplopappus* sp. El estrato herbáceo alcanza hasta un 50% de cobertura y está dominado por *Plantago rancaguae*, *Vulpia* sp. *Bromus berteroanus* y *Erodium moschatum*.

5.5 Fotografías flora y vegetación

Fotografías de especies de interés incluidas en propuestas de redefinición de categoría de conservación



Foto 1 (izq.). *Echinopsis deserticola*
Foto 2 (der.). *Eulychnia acida* var. *procumbens*



Foto 3 (izq.). *Echinopsis deserticola*
Foto 4 (der.). *Eulychnia acida* var. *procumbens*



Foto 5 (izq.). *Copiapoa coquimbana*
Foto 6 (der.). *Adesmia* cf. *litoralis*



**Foto 7 (izq.). *Menonvillea minima*
Foto 8 (der.). *Leucocoryne cf. appendiculata***



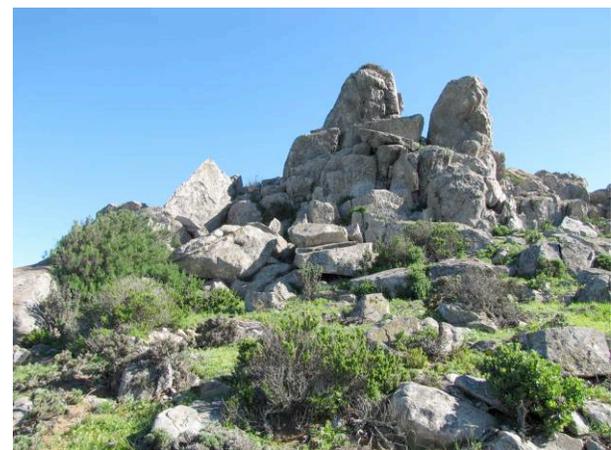
Fotos 9 y 10. Unidad 1. Matorral en suelos arenosos



Fotos 11 y 12. Unidad 2. Matorral claro en suelos arenosos



Fotos 13 y 14. Unidad 3. Matorral en fondos de quebrada



Fotos 15 y 16. Unidad 4. Matorral en afloramientos rocosos

5.6 Conclusiones

5.6.1 Flora

- La flora del área de estudio esta formada por al menos 93 especies, de las cuales 86 son nativas y 7 alóctonas (8%), mientras que del total de nativas, 44 son endémicas, lo que corresponde a un 51%.
- Respecto a las formas de crecimiento, dominan las hierbas anuales, con un 38% del total de especies (35 especies), seguidos de los arbustos (32%), las hierbas perennes (25%) y las suculentas con 5 especies (5%). Las alóctonas son sólo hierbas anuales (7 especies), probablemente dispersadas por ganado, ya que toda el área de estudio presenta rastros de pastoreo de ganado principalmente caprino (fecas, arbustos ramoneados). Varias especies, principalmente herbáceas, se encontraban en estado vegetativo lo que permitió identificarlas sólo a nivel de género.
- Del total de especies nativas (86) se encontraron 10 especies que han sido clasificadas en alguna categoría de conservación según las propuestas citadas (5 suculentas, 4 hierbas y un arbusto). Pero no se encontraron especies protegidas o bajo protección oficial por los instrumentos legales citados en la sección "Metodología".
-

5.6.2 Vegetación

- Se describieron 4 unidades de vegetación, de las cuales tres son matorrales con suculentas, y la cuarta es un matorral que se desarrolla en un afloramiento rocoso, sin suculentas.
- En cuanto a la sensibilidad de la vegetación, las unidades 1, 2 y 3 presentan algún grado de sensibilidad por la presencia continua de cactáceas y otras especies endémicas de distribución restringida que han sido incluidas en las diferentes propuestas de flora con problemas de conservación. La formación de la Unidad 4, si bien se desarrolla sobre un sustrato singular y escaso dentro del área de estudio, no presenta cactáceas u otras especies en categoría.
- En cuanto a las unidades que constituyen Formaciones Xerófitas de acuerdo a sus especies dominantes citadas en el DS N°68, son las Unidades 1, 2 y 3.
- Las formaciones encontradas presentan ciertas similitudes con las descritas para el área por Gajardo (1994), y Luebert y Pliscoff (2006), principalmente en cuanto a su composición de especies.

6. FAUNA

6.1 Objetivo

El objetivo del presente informe es efectuar una caracterización de la fauna vertebrada terrestre presente en el Área de Influencia del Proyecto, correspondiente al Predio Cabo Leones I.

El estudio considera aspectos relacionados con la riqueza, distribución, abundancia relativa, endemismos, origen y estado de conservación de las especies registradas durante la visita a terreno.

6.2 Metodología

6.2.1 Revisión Bibliográfica y Trabajo de Terreno

Previo al trabajo de terreno, se efectuó una revisión bibliográfica a fin de identificar las potenciales especies de encontrar en la zona de estudio, junto con características biogeográficas del Área de Influencia.

Durante la campaña de terreno, efectuada entre el 15 y el 19 de agosto de 2011, se recorrió el área en forma pedestre y a través de vehículos 4x4.

Tanto para el levantamiento de información de terreno, como para la elaboración del informe, se consideraron los siguientes aspectos:

a. Riqueza

Para establecer la riqueza de especies en el Área de Influencia se utilizaron diferentes metodologías de acuerdo a los grupos taxonómicos prospectados, según se detalla a continuación.

- *Anfibios*
Para la detección de este grupo de vertebrados se utilizaron evidencias directas como la observación de ejemplares adultos, juveniles, infantiles, larvas o huevos, así como la escucha de vocalizaciones. La búsqueda se enfocó en sectores con presencia de agua superficial.
- *Reptiles*
Para la detección de este grupo de vertebrados se utilizaron, tanto evidencias directas (observación de ejemplares), como evidencias indirectas (observación de pieles, fecas, rastros o huellas y cuevas o madrigueras).
- *Aves*
Para la localización de este grupo de vertebrados se utilizaron evidencias directas como es el avistamiento de ejemplares, empleando binoculares, en conjunto con el reconocimiento de vocalizaciones (cantos y/o gritos), además de evidencias indirectas como la identificación de plumas, huevos y nidos.

Luego de su identificación, y con motivo del presente informe, se utilizaron los nombres científicos actualizados de acuerdo con la American Ornithologists' Union (Referencia).

- *Mamíferos*
Para la localización e identificación de mamíferos se emplearon algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de fecas, huellas, madrigueras y restos óseos, entre otros y, evidencias directas como es la observación visual de ejemplares.

b. Distribución

Para establecer la distribución de la fauna, se identificaron distintos ambientes, considerando principalmente el tipo de vegetación predominante, la presencia de cursos o cuerpos de agua (zonas húmedas), la topografía y el grado de antropización.

En general, el área de influencia es bastante homogénea, correspondiendo a un área con características xeromórficas, pudiendo diferenciarse dos ambientes principales.

Considerando lo anterior, se definieron los siguientes ambientes:

Matorral de Laderas (MR): Este ambiente corresponde a todas las áreas con presencia de vegetación arbustiva y de matorral, a la que se asocian herbáceas, geófitas y suculentas, ubicadas en laderas y planicies. Incorpora además el microhábitat rocoso. Presenta en general una topografía plana, con baja pendiente, y un nivel de intervención antrópica variable, pero en general bajo. Abarca la mayor superficie del área de estudio.

Matorral de Quebradas (MQ): Este ambiente corresponde a todas las áreas con presencia de vegetación arbustiva y de matorral, a la que se asocian herbáceas, geófitas y suculentas, ubicadas en quebradas. Incorpora además el microhábitat rocoso asociado. Presenta una topografía plana en el fondo de quebradas y escarpada en sus bordes. Presenta un nivel de intervención antrópica variable, pero en general es bajo. Abarca una pequeña superficie en el extremo suroeste del área de estudio.

c. Abundancia Relativa

La abundancia relativa en el Área de Influencia del Proyecto fue caracterizada utilizando diferentes metodologías de acuerdo a los grupos taxonómicos prospectados.

- *Aves*
Se estableció la abundancia relativa de las aves según la frecuencia de observaciones diarias realizadas para cada especie. Para ello, se siguieron las categorías definidas por Torres-Mura y Lemus (1991), las que establecen que la especie abundante es aquella que se observa a diario en números de más de 50 ejemplares; común es la que se observa frecuentemente en números de entre 10 y 50 ejemplares; semi-común se observa en números menores a 10 ejemplares por día; y poco común se observa con muy poca frecuencia y en escaso número.

- *Reptiles y Mamíferos*
Para el caso de los reptiles, se señaló la cantidad total de ejemplares registrados por especie en los sectores recorridos, además de la presencia de madrigueras en caso de ser necesario.

Para los mamíferos se señaló sólo la presencia de registros, contabilizándose los ejemplares observados, y las colonias activas de cururo, en caso de ser posible.

d. Endemismo

Para cada una de las especies registradas se estableció su endemismo a nivel nacional, es decir, si corresponden a especies exclusivas de Chile.

e. Origen

Para cada una de las especies registradas se estableció su origen, es decir si corresponden a especies Nativas o Introducidas.

f. Estado de Conservación

Para establecer el estado de conservación de la fauna, se utilizaron las categorías definidas de acuerdo a lo señalado en la clasificación de especies del reglamento (D.S. N° 75 de 2005) de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, establecida en los Decretos Supremos N° 151 (MINSEGPRES, 2007), N° 50 (MINSEGPRES, 2008), N° 51 (MINSEGPRES, 2008) y N° 23 (MINSEGPRES, 2009).

Adicionalmente, se recurrió al "Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile" (CONAF, 1993) y se consideró la información incorporada en la Cartilla de Caza (República de Chile, 1998), en la cual se incluye la información referente a las especies de vertebrados terrestres bajo protección según el artículo 3 de la Ley de Caza 19.473. Esta Ley incluye, además de las especies cuya caza está prohibida, aquellas especies incorporadas en alguna Categoría de Conservación tanto a nivel nacional como en la Zona Norte (XV, I a III Regiones).

Cabe señalar que la clasificación de la Ley 19.473 es complementaria a los decretos supremos antes indicados. En esta Ley se incorporan todas las especies de vertebrados terrestres conocidos a la fecha, mientras que los decretos actualizan o el listado en la medida que aparecen nuevas clasificaciones.

En este contexto, la presencia de especies ubicadas en alguna categoría de conservación, considera lo propuesto por la Ley N° 19.473 de Caza, Captura, Vedas y otras disposiciones relacionadas de 1996, y de acuerdo a lo estipulado en el Decreto N° 151 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia con fecha 6 de Diciembre 2006, que Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres Según su Estado de Conservación, publicado en el Diario Oficial de la República de Chile, con fecha Sábado 24 de Marzo de 2007. Lo mismo ocurre con los Decretos N° 50 y 51, publicados en el Diario Oficial de la República de Chile, en que se oficializan la Segunda y Tercera Clasificación, con fecha 30 de junio de 2008, y con el Decreto N° 23, oficializando la Cuarta Clasificación el 7 de mayo de 2009.

Finalmente, de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, cuyas categorías de conservación son aplicables a las incorporadas en este estudio, se entiende por:

- *En Peligro de Extinción (P)*: Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.
- *Vulnerable (V)*: Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.
- *Rara (R)*: Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.
- *Inadecuadamente Conocida (I)*: Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.
- *Fuera de Peligro (F)*: Taxa que haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas anteriormente y, en la actualidad, se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.

6.3 Resultados

6.3.1 Revisión Bibliográfica

Desde un punto de vista biogeográfico, el área de estudio presenta características transicionales entre comunidades de desierto y matorral, por lo que se determina la presencia de especies de distribución biogeográfica diferente en un mismo lugar (Quintanilla, 1983).

A continuación se presenta una reseña de algunas de las especies de fauna vertebrada terrestre que podrían encontrarse en el área de influencia o sus alrededores, de acuerdo con antecedentes bibliográficos, así como de algunas especies registradas previamente (Araya y Millie, 1986; Cei, 1962; Donoso-Barros, 1966; Goodall et al, 1951; Iriarte, 2008; Jaramillo, 2005; Mann, 1978; Mella, 2005; Miller y Rottman, 1976; Quintanilla, 1983; Pincheira y Nuñez, 2005; Veloso y Navarro, 1988) y acorde con la experiencia del especialista.

El carácter transicional de la avifauna se corrobora con la aparición ocasional (invernal o estival, dependiendo de la especie) de aves propias de zonas más sureñas, como el Platero (*Phrygilus alaudinus*), la Rara (*Phytotoma rara*), el Fio fio (*Elaenia albiceps*), el Diucón (*Pyrope pyrope*), la Golondrina chilena (*Tachycineta leucophyga*), la Tenca (*Mimus thenca*), el Cachudito (*Anairetes parulus*) y el Mero (*Agriornis livida*). En sectores áridos se pueden encontrar especies como Mineros (*Geositta cunicularia*), Minero chico (*Geositta maritima*) y Minero cordillerano (*Geositta rufipenis*), y especies de dormilonas (*Muscisaxicola* sp), entre las cuales figuran la Dormilona de nuca rojiza (*Muscisaxicola rufivertex*), la Dormilona chica (*Muscisaxicola flavirostris*) y la Dormilona tontita (*Muscisaxicola macloviana*).

En sectores con matorral algo más denso, más frecuentes hacia la costa, se encuentran endémicas aves como la Chiricoca (*Ochetorhynchus melanurus*), el Tapaculo (*Scelorchicus albicollis*), la Turca (*Pterotochos megapodius*) y el Canastero (*Pseudasthenes humicola*)

Durante el otoño e invierno, así como en primavera, es posible encontrar especies de cordillera, que migran hacia sectores más bajos, entre las cuales figuran el Mero gaucho (*Agriornis montana*), la Bandurrilla (*Upucerthia dumetaria*), las dormilonas (*Muscisaxicola* spp), el Jilguero cordillerano (*Carduelis uropygialis*) y el Chirihue dorado y verdoso (*Sicalis auriventris* y *Sicalis olivascens*), además del Cometocino de Gay (*Phrygilus gayi*).

Entre las aves de ambientes agrícolas con presencia de áreas de matorral figuran la Diuca (*Diuca diuca*), el Chincol (*Zonotrichia capensis*), la Tenca (*Mimus thenca*), el Chercán (*Troglodytes aedon*), el Tijeral (*Leptasthenura aegithaloidenaida*), la Paloma de alas blancas (*Zenaida meloda*) y la Tórtola (*Zenaida auriculata*).

También hay presencia de picaflores como el Picaflor del norte (*Rhodopsis vesper*), el Picaflor Chico (*Sephanoides galeritus*), y rapaces nocturnas como el Pequén (*Athene cunicularia*) y el Tucúquere (*Bubo magellanicus*).

En este ambiente se encuentran aves rapaces como el Aguilucho (*Buteo polyosoma*) y los Halcones peregrino y perdiguero (*Falco peregrinus* y *F. femoralis*), además del Cernícalo (*Falco sparverius*), el Peuco (*Parabuteo unicinctus*) y el Jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*).

Entre los mamíferos, el Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y el Zorro chilla (*Lycalopex griseus*), destacan como predadores importantes en ambientes desérticos y de matorral de la región. Hay registros para la región de roedores como el Ratón orejudo de Darwin (*Phyllotis darwini*), presente en áreas con roqueríos, además del Ratoncito oliváceo (*Abrothrix olivaceus*) y el Ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*), habituales en sectores con pastizales y en bordes de humedales.

Entre los mamíferos introducidos es posible observar a la Liebre (*Lepus capensis*) y el asilvestrado Asno (*Equus asinus*).

Entre los reptiles se pueden mencionar la Lagartija rayada nortina o Lagartija de Plate (*Liolaemus platei*), la Lagartija de Veloso (*Liolaemus velosoi*), la lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*) y la Iguana (*Callopistes maculatus*), además de la Lagartija de Atacama (*Liolaemus atacamensis*), y culebras como la Culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*) y la Culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*). La mayor parte de estas especies figuran en categorías de conservación. Una especie de gekko habita también el área, la Salamunqueja del norte chico (*Homonota gaudichaudii*).

Finalmente, en zonas húmedas, ausentes en el área de estudio, es posible encontrar el Sapo de Atacama (*Bufo atacamensis*), habitando también humedales de la región el Sapito cuatro ojos (*Pleurodema thaul*).

6.3.2 Trabajo en Terreno

Como se aprecia en la Tabla 7, durante la campaña de terreno se registraron 28 especies de vertebrados terrestres, cuatro de las cuales correspondieron a mamíferos (14,3% del total de especies registradas), 21 a aves (75% del total de especies registradas) y tres a reptiles (10,7% del total de especies registradas).

Tabla 7: Especies de Vertebrados Terrestres Registradas en el Área de Influencia del Proyecto, endemismos, origen y estado de conservación.

	Nombre Común	Estado de Conservación Ley 19.473 (Zona Norte)	Endemismos	Origen
REPTILES				
Orden Squamata				
Familia Liolaemidae				
<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija rayada nortina	Rara	E	N
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido		E	N
<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	Vulnerable	E	N
AVES				
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz		E	N
Orden Ciconiiformes				
Familia Treskiornitidae				
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	En Peligro		N
Orden Falconiformes				
Familia Cathartidae				
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra			N
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo			N
Familia Falconidae				
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque			N
Familia Accipitridae				
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho			N
Orden Charadriiformes				
Familia Thinocoridae				
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita			N
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico			N
<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte			N
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero			N
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla			N
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico			
<i>Pseudasthenes humicola</i>	Canastero		E	N

	Nombre Común	Estado de Conservación Ley 19.473 (Zona Norte)	Endemismos	Origen
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral			N
Familia Rhinocryptidae				
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo		E	N
Familia Tyrannidae				
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón			N
Familia Troglodytidae				
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán			N
Familia Emberizidae				
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol			N
Familia Fringillidae				
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal			N
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero			N
<i>Diuca diuca</i>	Diuca			N
MAMÍFEROS				
Orden Perissodactyla				
Familia Equidae				
<i>Equus asinus</i>	Asno			I
Orden Artiodactyla				
Orden Rodentia				
Familia Octodontidae				
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo		E	N
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
<i>Lepus capensis</i>	Liebre			I
Orden Carnivora				
Familia Canidae				
<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	Inadecuadamente Conocida		N

Simbología: N : Nativo; I: Introducido

Fuente: Elaboración propia

En las **Fotos 1** y **2** se aprecian evidencias de dos de las especies registradas: una de ellas corresponde a una de las 10 colonias activas de Cururo (*Spalacopus cyanus*) registradas, y la segunda corresponde a individuo de Aguilucho (*Buteo polyosoma*).



Foto 1. Colonia con madrigueras activas de Cururo (*Spalacopus cyanus*)



Foto 2. Ejemplar de Aguilucho (*Buteo polyosoma*)

Distribución

A continuación se indica el número total de especies de vertebrados terrestres registrados en cada uno de los ambientes definidos.

De acuerdo con la Tabla 8, en el ambiente definido como Matorral de Laderas (ML) se registraron 18 especies de vertebrados terrestres (64,3% del total de especies registradas), en el ambiente definido como Matorral de Quebradas (MQ) se registraron 19 especies de vertebrados terrestres (67,9% del total de especies registradas).

Dentro de las especies asociadas al ambiente Matorral de Laderas (ML), sólo la Bandurria (*Theristicus melanopis*), el Tiuque (*Milvago chimango*), la Perdicitita (*Thynocorus rumicivorus*), el Minero (*Geositta cunicularia*), el Diucón (*Pyrope pyrope*), el Chincol (*Zonotrichia capensis*), el Asno (*Equus asinus*), el Cururo (*Spalacopus cyanus*) y el Zorro chilla (*Lycalopex griseus*) fueron registradas en forma exclusiva en dicho ambiente, cifra que corresponde a nueve especies.

Dentro de las especies asociadas al ambiente identificado como Matorral de Quebradas (MQ), la lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*), el lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*), el picaflor chico (*Sephanoides galeritus*), el picaflor del norte (*Rhodophis vesper*), la bandurrilla (*Upucerthia dumetaria*), el canastero (*Pseudasthenes humicola*), el canastero chico (*Asthenes modesta*), el tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), el tapaculo (*Scelorchillus albicollis*) y el chercán (*Troglodytes aedon*), valor correspondiente a 10 especies.

En general, estas especies son de amplia distribución, tanto en el área de estudio, como en la región, y también a lo largo del país.

Tabla 8: Distribución de las Especies de Vertebrados Terrestres Registradas en el Área de Influencia del Proyecto

ESPECIES		AMBIENTES	
Nombre científico	Nombre vernacular	Matorral de	Matorral de
<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija rayada		X
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido		X
<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	X	X
<i>Nothoprocta</i>	Perdiz	X	X
<i>Theristicus</i>	Bandurria	X	
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	X	X
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo	X	X
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	X	
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	X	X
<i>Thinocorus</i>	Perdicita	X	
<i>Sephanoides</i>	Picaflor chico		X
<i>Rhodopis vesper</i>	Picaflor del norte		X
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	X	
<i>Upucerthia</i>	Bandurrilla		X
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico		X
<i>Pseudasthenes</i>	Canastero		X
<i>Leptasthenura</i>	Tijeral		X
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo		X
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	X	
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán		X
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	X	
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	X	X
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	X	X
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	X	X
<i>Equus asinus</i>	Asno	X	
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	X	
<i>Lepus capensis</i>	Liebre	X	X
<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	X	
Total de Especies Registradas por		18	19
Frecuencia de Especies por Ambiente		64,3%	67,9%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 se presenta información referente a las coordenadas de los puntos en los que se registraron evidencias de presencia de ejemplares de vertebrados terrestres en categoría de conservación dentro del área de estudio, así como de la totalidad de las especies de reptiles, y de las colonias de cururo con madrigueras activas.

Tabla 9: Coordenadas y tipo de registro de especies en Categoría de Conservación, reptiles y madrigueras activas de cururo (m/a).

Especies	Coordenadas Datum WGS84		Registro
	Este	Norte	
Cururo (<i>Spalacopus cyanus</i>)	262.099	6.796.130	Colonia con 23 m/a
	262.097	6.796.901	Colonia con 5 m/a
	262.660	6.796.899	Colonia con 4 m/a
	263.385	6.797.028	Colonia con 5 m/a
	264.108	6.797.725	Colonia con 25 m/a
	264.457	6.798.145	Colonia con 55 m/a
	263.788	6.799.161	Colonia con 50 m/a
	259.610	6.797.389	Colonia con 23 m/a
	264.082	6.795.809	Colonia con 60 m/a
	259.409	6.796.636	Colonia con 100 m/a
Zorro chilla (<i>Lycalopex griseus</i>)	263.294	6.796.998	1 ejemplar
Bandurria (<i>Theristicus melanopis</i>)	263.385	6.797.028	11 ejemplares
Lagartija rayada nortina (<i>Liolaemus</i>)	259.555	6.796.534	1 ejemplar
Lagarto nítido (<i>Liolaemus nitidus</i>)	259.429	6.796.408	2 ejemplares
	262.170	6.796.764	2 ejemplares
Lagartija de Silva (<i>Liolaemus silvai</i>)	262.117	6.796.843	3 ejemplares
	262.064	6.796.896	3 ejemplares
	262.701	6.799.240	2 ejemplares
	261.318	6.798.903	2 ejemplares
	264.045	6.795.769	3 ejemplares
	260.485	6.798.268	1 ejemplar
	260.538	6.798.149	3 ejemplares
	260.071	6.798.055	2 ejemplares
	259.337	6.796.515	6 ejemplares
	259.429	6.796.408	5 ejemplares
259.555	6.796.534	8 ejemplares	

Fuente: Elaborado en base a información de terreno

En la tabla 9 se puede apreciar que hay 10 puntos con registros directos de Cururo (*Spalacopus cyanus*), correspondientes a 10 colonias activas de esta especie en el ambiente Matorral de laderas (ML).

En cuanto a los carnívoros, se efectuó un registro de zorro chilla (*Lycalopex griseus*), correspondiente a la observación de un individuo en el ambiente Matorral de laderas (ML).

En relación con las aves, la bandurria (*Theristicus melanopis*) se registró en un punto, observándose 11 individuos en el ambiente Matorral de laderas (ML).

En relación con los reptiles, se efectuaron 12 puntos con registros directos de Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*), que en total correspondieron a 40 ejemplares de esta especie, lo que señala que es la especie con más registros y número de ejemplares observados dentro del área de estudio (93% del total de reptiles).

Otra especie de reptil registrada fue el Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*), observado dos individuos (4,7% del total de reptiles) en un punto emplazado en el ambiente Matorral de quebradas (MQ), siendo la segunda especie con mayor cantidad de registros. La Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*), fue registrada también en el ambiente Matorral de quebradas (MQ) a través de un punto y un ejemplar, correspondiendo a la especie con menos registros (2,3% del total de reptiles).

Abundancia Relativa

Abundancia Observada de Aves

Se estimó la abundancia de aves para cada ambiente.

Como se puede apreciar en la tabla 10, y de acuerdo con la metodología planteada, en el ambiente definido como Matorral de Ladera (ML) se observó cinco especies poco comunes, tres especies semi-comunes y cinco especies comunes. En el ambiente definido como Matorral de Quebrada (MQ) se observaron 11 especies poco comunes, tres especies semi-comunes y dos especies comunes.

Abundancia Observada de Reptiles

Como se puede ver en la tabla 10, se pudieron contabilizar 40 ejemplares de Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*), 21 de los cuales se registraron en ambiente Matorral de laderas (ML) y 19 en el ambiente Matorral de quebradas (MQ), y dos ejemplares de Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*) y un ejemplar de Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*), registrados sólo en el ambiente Matorral de quebradas (MQ).

Abundancia observada de Mamíferos

En el caso de los mamíferos registrados, se estimó su presencia, la que en el caso del Zorro chilla (*Lycalopex griseus*) se estableció a través de la observación de un ejemplar. En el caso de la Liebre (*Lepus capensis*), a fecas, huellas y observaciones directas. El Asno (*Equus asinus*) se registró a través de observaciones directas e indirectas. El Cururo (*Spalacopus cyanus*) se registró a través de diez colonias activas de esta especie.

Tabla 10: Abundancia Relativa de la Fauna Registrada por Ambientes

ESPECIES		ABUNDANCIA AMBIENTES	
Nombre científico	Nombre vernacular	Matorral de	Matorral de
<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija rayada nortina		1 ejemplar
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido		2 ejemplares
<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	21 ejemplares	19 ejemplares
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz	1*	1*
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	2*	
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	1*	1*
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo	1*	1*
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	1*	
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	1*	1*
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicitá	2*	
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico		1*
<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte		1*
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	3*	
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla		1*
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico		1*
<i>Pseudasthenes humicola</i>	Canastero		1*
<i>Leptasthenura</i>	Tijeral		1*
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo		1*
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	2*	
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán		2*
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	3*	
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	3*	3*
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	3*	2*
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	3*	2*
<i>Equus asinus</i>	Asno	P	
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	P	
<i>Lepus capensis</i>	Liebre	P	P
<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	1 ejemplar	

Abundancia (*): 1: Poco común: se observa con muy poca frecuencia y en escaso número
 2: Semi-común: se observa en números menores a 10 ejemplares por día
 3: Común: se observa normalmente en números de entre 10 y 50 ejemplares
 4: Abundante: se observa a diario en números de más de 50 ejemplares

P = Presente: abundancia indeterminada

Fuente: Elaboración propia

Endemismos

En la tabla 7 se puede apreciar que se registró un total de siete especies endémicas, las que corresponden a la totalidad de especies de reptiles registradas, a tres especies de aves y una especie de mamífero.

Estas especies son los reptiles Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*), Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*) y Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*); y las aves Perdiz (*Nothoprocta*

perdicaria), Canastero (*Pseudasthenes humicola*) y Tapaculo (*Scelorchilus albicollis*), y el mamífero Cururo (*Spalacopus cyanus*).

Todas estas especies representan en total, el 25% de los vertebrados terrestres registrados.

En las **Fotos 3** y **4** se pueden observar dos de las especies endémicas registradas, el Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*) y el Tapaculo (*Scelorchilus albicollis*).



Foto 3. Ejemplar de Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*)



Foto 4. Ejemplar de Tapaculo (*Scelorchilus albicollis*)

Origen

En la tabla 7 se aprecia que del total de especies de vertebrados terrestres registradas, 26 son nativas (92,8% del total de especies registradas), es decir son autóctonas.

Sólo el Asno (*Equs asinus*) y la Liebre (*Lepus capensis*), son especies introducidas.

Estado de Conservación

Como se aprecia en la tabla 7, del total de especies registradas en el Área de Influencia durante la campaña de terreno, cuatro se encuentran incorporadas en los listados de especies con problemas de conservación en la zona norte (I a III Regiones, y también XV Región), de acuerdo con la Ley 19.473 (DEPROREN, 1998), cifra que representa el 14,3% del total de especies registradas.

Estas especies corresponden a las siguientes:

- **Especie En Peligro.** Bandurria (*Theristicus melanopis*).
- **Especie Vulnerable.** Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*).
- **Especie Inadecuadamente Conocida.** Zorro chilla (*Lycalopex griseus*).
- **Especie Rara.** Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*).

Cabe mencionar que, tanto el Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*), como el Cururo (*Spalacopus cyanus*), se encuentran incorporadas en categorías de conservación para la Zona Centro (IV a VII Regiones), correspondiendo a las categorías Vulnerable, y En Peligro, respectivamente.

En las **Fotos 5** y **6** se pueden apreciar un ejemplar de Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*), especie calificada como Rara, y un ejemplar de Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*), especie calificada como Vulnerable.



Foto 5. Ejemplar de Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*)



Foto 6. Ejemplar de Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*)

En la **Foto 7** se puede apreciar un ejemplar de Zorro chilla (*Lycalopex griseus*), especie calificada como Inadecuadamente Conocida.



Foto 7. Ejemplar de Zorro chilla (*Lycalopex griseus*)

De acuerdo con los D.S. 151/2007, 50/2088, 51/2008 y 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, dentro de las especies registradas, no hay especies incorporadas en los listados correspondientes a los Decretos Supremos señalados.

6.4 Resumen y conclusiones

El área de estudio se caracteriza por estar emplazada en un sector de transición entre las zonas biogeográficas de matorral y de desierto.

Presenta en general, una gran sequedad, con condiciones de humedad muy bajas, similares a las observadas en zonas desérticas, con ausencia de ríos o esteros. Sin embargo, la influencia costera posibilita un incremento en la humedad ambiente, lo que se ve reflejada en una mayor riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres registrados respecto de áreas más interiores y secas. Por otra parte, el fenómeno del desierto florido, generagdo por las abundantes precipitaciones observdas durante el período invernal han influido positivamente en la riqueza y abundancia de fauna.

En parte del área se observan niveles variables de intervención antrópica generados por el pastoreo.

Se pudo constatar la presencia de 28 especies de vertebrados terrestres, distribuidas en dos tipos de ambientes, de las cuales 21 correspondieron a aves, 3 a reptiles y 4 a mamíferos.

De las especies registradas, 7 son endémicas, las que corresponden a las 3 especies de reptiles, a 3 especies de aves y a 1 especie de mamífero.

Del total de especies registradas, 26 especies son nativas y 2 introducidas.

De las especies registradas, 4 se encuentran incorporadas en categorías de conservación para la zona norte, de las cuales 2 corresponden a reptiles y 2 corresponden a mamíferos. De estas especies, las distintas categorías de conservación son: Especie En Peligro. Bandurria (*Theristicus melanopis*). Especie Vulnerable. Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*). Especie Inadecuadamente Conocida. Zorro chilla (*Lycalopex griseus*). Especie Rara. Lagartija rayada nortina (*Liolaemus platei*).

Tanto el Lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*), como el Cururo (*Spalacopus cyanus*), se encuentran incorporadas en categorías de conservación para la Zona Centro (IV a VII Regiones), correspondiendo a las categorías Vulnerable, y En Peligro, respectivamente.

En relación con los reptiles y roedores, éstos son especies de baja movilidad, y por lo tanto, más sensibles a las distintas actividades del proyecto. Las aves, por su parte, son especies de gran movilidad, junto a los mamíferos de talla media y grande, presentando por ello menor sensibilidad.

Dentro de los reptiles, 1 de estas especies se encuentra ampliamente distribuida en la región, siendo escasa en el área de estudio (*Liolaemus platei*), 1 es de distribución más restringida, en la región, pero ampliamente distribuida y de gran abundancia en el área de estudio (*Liolaemus silvai*), y 1 es de acotada distribución en la región y el área de estudio (*Liolaemus nitidus*).

La especie de mamífero en categoría de conservación corresponde a *Lycalopex griseus*, especie de amplia distribución a nivel nacional y regional, relativamente comun.

En relación con las aves, todas las especies son de gran movilidad, encontrándose ampliamente distribuidas la mayor parte de ellas en el área de estudio, con algunas de ellas acotadas al ambiente Matorral de quebradas, de pequeña superficie dentro del área de estudio.

6.5 Recomendaciones

a. Para especies específicas se recomienda:

Realizar el rescate y relocalización de los ejemplares de especies amenazadas y de baja movilidad, antes de la ejecución del Proyecto. Aplica para todas las especies de reptiles registradas.

Realizar perturbación controlada de la especie de mamífero de baja movilidad registrada. Se debe efectuar un previo microrruteo para establecer las colonias que puedan verse afectadas. Aplica para el cururo.

b. Para todas las especies se recomienda:

Educar a los trabajadores del proyecto (a través de posters, gigantografías, charlas, carteles, señalética), de modo de crear conciencia de conocer, valorar y conservar la fauna. Debe ejecutarse en las faenas de construcción y operación del proyecto. Aplicable para todas las especies.

Minimizar la alteración de paños de vegetación durante la construcción del proyecto, que puedan conformar hábitats para la fauna, mediante la instrucción del personal de faenas a través de una consultoría profesional calificada. Aplicable para sectores con vegetación, para toda el área.

Instruir al personal de faenas para evitar la destrucción de hábitats y proteger la fauna terrestre en cuanto a persecución, ahuyentamiento, caza y pesca, aplicando estrictas medidas de protección. Aplicable para toda el área.

Se prohibirá alimentar o "aguachar" animales nativos. Aplicable para toda el área.

No se podrá ingresar mascotas como gatos o perros al área del Proyecto. Aplicable para toda el área.

Los desechos domésticos deberán ser depositados en contenedores adecuados y en ningún caso se deberán desechar en el hábitat animal. Aplicable para toda el área.

Se debe instalar estructuras antiperchamiento en las instalaciones (subestación y edificio de operación), de modo de disminuir la disponibilidad de hábitat tanto para la avifauna residente como visitante.

Relacionadas al monitoreo. Realizar un plan de monitoreo y vigilancia de aves, que contempla el registro periódico de las instalaciones para cuantificar tanto el uso de estas como sitios de percha, como la cuantificación de las posibles colisiones, para determinar entre otras variables, frecuencia de colisión, especies, periodo del año, identificación de la(s) instalación(es) recurrentemente causales de efectos adversos sobre las aves etc. De

esta manera se puede llevar un registro informado de los efectos reales de la operación del parque en el área de emplazamiento de los aerogeneradores.

Por último, como medida de contingencia ante el hallazgo de fauna o avifauna heridos, se debe llevar a cabo un procedimiento de registro y de aviso inmediato a la autoridad pertinente (SAG), para el retiro del individuo. Será la autoridad quien defina el destino final del individuo afectado según su condición de salud.

7. RIESGOS NATURALES

7.1 Introducción

En esta sección se presentan los antecedentes relativos a los riesgos naturales del área del proyecto, particularmente aquellos que se reconocen para el ambiente litoral desde Ensenada Tetillas hasta Caleta la Reina y en el dominio costero para el área de plataforma costera Ceja del Chine-Ceja del Peine (lámina 9, ver en anexo 1 cartografía).

7.2 Metodología

La metodología para la caracterización de esta componente consistió en la recopilación de antecedentes bibliográficos obtenidos a partir de la revisión de la Carta Geológica Freirina-el Morado⁶ así como el Estudios de Riesgos Naturales del Plan Intercomunal de las Comunas Costeras Región de Atacama⁷ y el Plan Intercomunal Costero de la Región de Coquimbo⁸. Adicionalmente se revisó la información del Servicio Sismológico de Chile.

7.3 Conceptos

De acuerdo a Mardones y Vidal⁹, el riesgo natural es definido como la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado, de un fenómeno natural potencialmente peligroso para la comunidad, susceptible de causar daño a las personas, a sus bienes o sobre el ecosistema en su conjunto. El peligro en cambio tiene en cuenta el posible efecto del fenómeno sobre la población y/o bienes materiales. Para el caso del área de estudio las actividades humanas se encuentran hacia el sur del área de estudio y corresponden a la Caleta Chañaral de Aceituno y al poblado de Carrizalillo.

Se identifican los siguientes tipos de riesgos en la macro área donde se insertará el Proyecto:

- Riesgos sísmicos
- Riesgo de tsunami
- Riesgo aluvional
- Riesgos geológicos-geomorfológicos

6 Carta Geológica Freirina-El Morado 1:100.000 N.2006. Servicio de Geología y Minería.

7 Estudio de Riesgos Naturales. Plan Intercomunal de las Comunas Costeras Región de Atacama. Habiterra S.A.

8 Estudio de Riesgos Naturales. Plan Intercomunal Costero de la Región de Coquimbo. Habiterra S.A.

9 Mardones, M., C. Vidal. 2001. La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. EURE (Santiago) v.27 n.81 Santiago.

7.4 Resultados

7.4.1 Riesgos Sísmicos. Sismicidad y Neotectónica

La sismicidad principal de la zona, está relacionada al mecanismo de subducción de la placa oceánica de Nazca bajo el continente Sud-Americano. El contacto entre ambas placas se manifiesta superficialmente por la Fosa Marina de Chile (distante entre 100 a 200 km de la costa). La gran mayoría de los sismos del país están ubicados en la zona de contacto entre ambas placas (Figura 5 y 6). La distribución de epicentros en la costa chilena muestra un patrón a lo largo de la mencionada fosa marina hasta unos 40-50 km al este de la línea costera. Más al interior del continente el número de sismos se reduce considerablemente.

La estimación del riesgo sísmico para una determinada localidad o área requiere necesariamente contar con estadísticas de eventos sísmicos recopiladas desde tiempos históricos. Esta información no siempre está disponible por la inexistencia de registros sistemáticos asociados a redes de estaciones de monitoreo a nivel nacional.

De acuerdo a Martín A (1990)¹⁰, Chile se puede dividir en zonas de acuerdo a la concentración de sismos siendo la zona de mayor sismicidad en el país la ubicada en el extremo norte entre los 15° y los 25° de latitud Sur, es decir, abarcando todo el territorio nacional hasta la Región de Atacama. Esta zona posee muy alto riesgo sísmico, con registros de sismos de magnitud de 8.5 en la escala de Richter (tabla 11).

La Neotectónica o tectónica activa estudia los procesos y las formas relacionadas a la actividad tectónica producida durante épocas geológicas recientes, particularmente durante los últimos 2 millones de años. Se incluye en su estudio lo relativo a los movimientos tectónicos, movimientos de fallas geológicas de carácter regional o local, ajustes isostáticos y movimientos sísmicos.

¹⁰ Martín A., 1990. Hacia una nueva regionalización y cálculo del peligro sísmico en Chile. Tesis Departamento de Geofísica, Universidad de Chile.

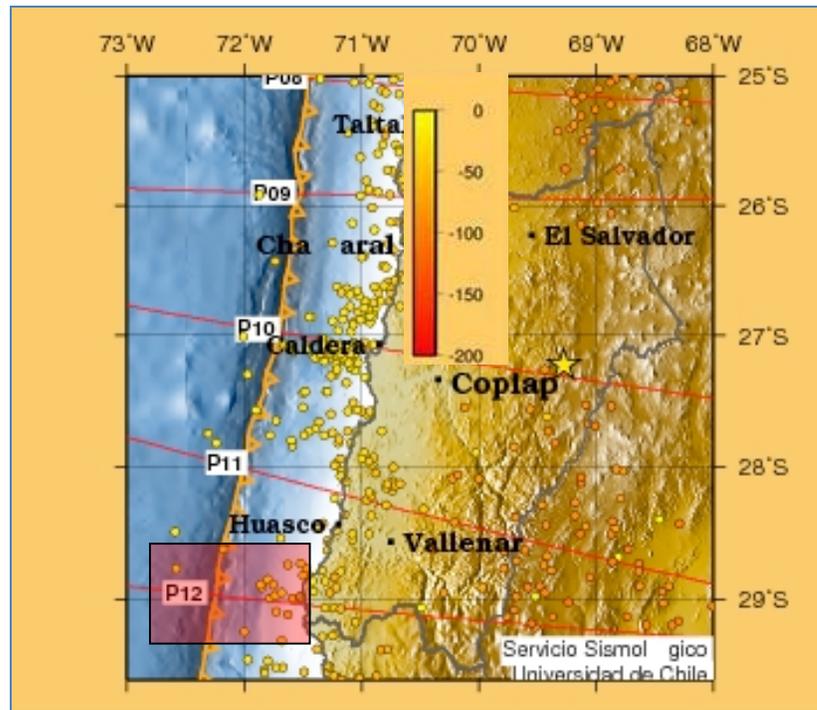


Figura 5: Localización sismos de la costa de Atacama

Localización de sismos para la costa de Atacama 1964-1995 (Magnitud Richter > 4).Escala en km, indicando la profundidad del epicentro. En el recuadro se indica aproximadamente el área de estudio.

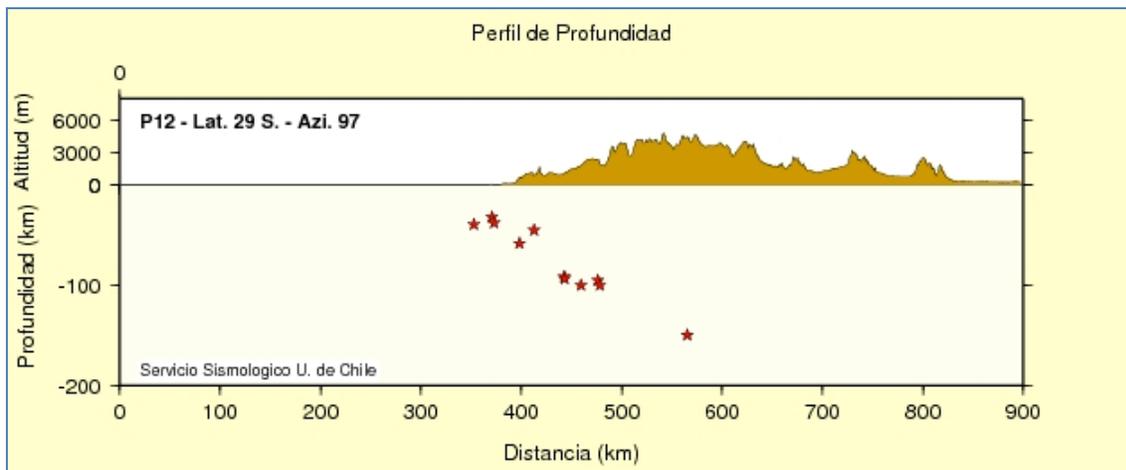


Figura 6: Profundidad de epicentros

Perfil 12 (P 12) lámina 9 riesgos naturales (ver anexo 1 cartografía) mostrando la distribución en profundidad de los sismos desde el año 2001 al 2011 en el sector de Cabo Leones. Se observa su distribución en relación al plano de Subducción de las placas.

En general para el área de estudio no se identifican fallas importantes. La primera corresponde a la Falla Caracoles (Figura 7) que corre en sentido NO-SE a 5 km al norte del área del Proyecto. Estos rasgos estructurales deben ser considerados como zonas sensibles o de debilidad de la corteza, particularmente con presencia de sismos de intensidad superior a 7° Richter. Esta falla forma parte del Sistema de Fallas de Atacama que es un rasgo estructural significativo del norte de Chile y que presenta una distribución longitudinal subparalela al borde continental de más de 1.000 km desde aproximadamente Iquique (21°S) hasta la Serena (30°S) por el sur¹¹.

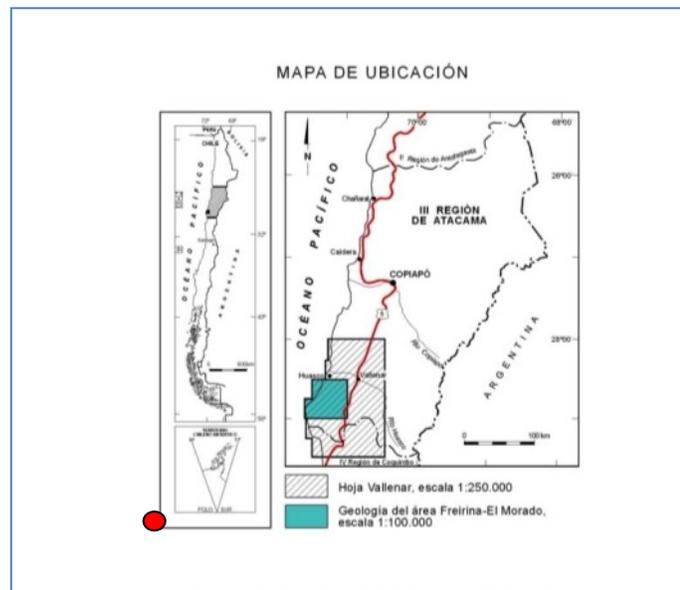


Figura 7: Esquema estructural de las fallas del área sur de la Región de Atacama.

El punto indica aproximadamente la zona del Proyecto en Cabo Leones.

7.4.2 Riesgo de Tsunamis

Los sismos de magnitud importante (> 7,5 grados Richter) con desarrollo de tsunamis tienen áreas de influencia de escala global afectando cientos de km de costa. Debido a que los maremotos o tsunamis son una consecuencia directa de los terremotos, y dado que Chile es un país de alta sismicidad, toda la costa del país está continuamente expuesta a este tipo de fenómenos.

Desde el punto de vista de los antecedentes disponibles, los registros sísmicos del norte chico, indican la ocurrencia de tres fuertes sismos tsunamigénicos, el primero de ellos

¹¹ Gonzalez, G y D. Carrizo.2003. Segmentación, cinemática y cronología relativa de la deformación tardía de la Falla Salar del Carmen, Sistema de Fallas de Atacama, (23°40'S), norte de Chile Rev. geol. Chile v.30 n.2 Santiago dic. 2003

acontecido el año 1796, el segundo data del año 1849 y el más reciente, de magnitud Ms = 8,3 (Richter), registrado el 11 de noviembre de 1922.

Los últimos sismos ocurridos en Chile, particularmente el del 28 de febrero del año 2010 generaron olas de tsunami de carácter destructivo mayor para la zona central de Chile. Para el área del Proyecto no se registraron eventos de este tipo.

Los datos más conservadores respecto a la definición de las áreas de mayor riesgo de tsunamis¹² y a falta de estudios específicos o puntuales, se establece que la zona más sensible ante una ola sísmica lo constituye la franja que va de los 0 a los 11.5 m.s.n.m. Para el área de estudio, se consideran más susceptibles las áreas de litoral y costa de alturas cercanas al nivel del mar. En el área de estudio el sector de Ensenada Tetillas es el área de topografía más baja del tramo de costa considerado en el análisis. Los restantes tramos de litoral presentan acantilados costeros de alturas promedio de 20 m por lo que se restringe el riesgo a la franja litoral del área.

Tabla 11: Terremotos destructores de magnitud Richter mayor a 7,5 acompañados con Tsunamis (entre los 27 a 33 ° de lat. Sur)

Tsunami	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Ms
	año, mes, día	hh:mm	Grados Sur	Grados Oeste	
TD	1796 30 03	6:45	27.350	70.350	7,7
TD	1819 04 11	11:00	27.350	70.350	8.3
TM	1822 11 19	22:15	33.050	71.630	8.0-8.2
TD	1851	01:07	Costa Atacama		
TD	1859	-	Costa Atacama		
TM	1906 08 16	19:58	33.000	72.000	8.4
TM	1918 12 04	07:52	26.000	71.000	7.8
TD	1922 11 11	23:53	28.500	70.000	8.4
TM	1943 04 06	12:07	30.750	72.000	7.9
-	1946 08 02	15:18	26.500	70.500	7.9
-	1950 12 09	17:38	23.500	67.500	8.0
-	1966 12 28	04:18	25.510	70.740	7.8
TM	1985 03 03	19:47	33.077	71.722	7.8
TM	1995 07 30	01:11	23.320	70.310	7.5
-	1997 10 15	01:03	30.773	71.315	7.1

Fuente: Servicio Sismológico de Chile 2008.

NOTA : Los grandes terremotos chilenos, con epicentros costeros, dan generalmente origen a *tsunamis* moderados o mayores

- Ms : Magnitud Richter determinada con ondas sísmicas superficiales.
- S : Hipocentro poco profundo (a menos de 40 Km).
- TD : Tsunami destructivo y mayor.
- TM : Tsunami moderado o marejada importante.
- FECHA y HORA son locales.

Como datos complementarios a la información de riesgo de tsunami para el área del Proyecto, la carta de inundación por tsunami para la Bahía de Huasco¹³ elaboradas por

¹² Estudio de Riesgos Naturales. Plan Regulador Intercomunal Costero de Atacama.

¹³ Carta de Inundación por tsunami para el Puerto Chañaral de las Animas (TSU-2214. Julio, 2001), Caldera (TSU-311. Enero 1999) y Huasco (TSU-3210. Julio 2003)), Chile. Documento explicativo. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.

el SHOA¹⁴,, pone énfasis en la evaluación de las vulnerabilidades de los correspondientes puertos, particularmente en el contexto del gran potencial sísmico del Norte Chico. Esta carta indica para el puerto Huasco y el área costera de la ciudad una cota máxima de penetración de la ola de tsunami de aproximadamente 8 m, siendo 5 m una altura promedio para la costa de la ciudad.

Las alturas finales de la ola dependerán del nivel de la marea en el momento en que se desarrolle el fenómeno.

7.4.3 Riesgos Aluvionales

Los riesgos aluvionales se tipifican dentro de los riesgos hidrológicos. Para el área de estudio se reconocen al menos dos categorías de cuencas, las microcuencas costeras como por ejemplo Quebrada Salitral y Tetillas de áreas aportantes < 100 km² y la cuenca de la Quebrada de Chañaral de carácter Preandino. Desde el punto de vista del riesgo aluvional esta última cuenca muestra evidencias de flujos aluvionales a nivel del lecho (Fotos 4 y 5) en cambio en las dos primeras este rasgo no es evidente. Estos flujos aluvionales tienen el carácter de torrencial cuyo rasgo principal es el alto poder destructivo que tienen, principalmente relacionado a la velocidad del flujo y a la considerable diversidad granulométrica de los materiales que transporta. De acuerdo a Castro et al. (2010)¹⁵ los dominios geomorfológicos semiáridos presentan una condición favorable para la producción de detritos en cauces los que son puestos en movimiento en la forma de flujos de detritos y aluvionales.

De esta manera, las marcadas condiciones semiáridas del área determinan un régimen hidrológico de tipo esporádico para estas cuencas preandinas y microcuencas costeras, siendo activadas solo en presencia de lluvias. Debido a su envergadura, la Quebrada de Chañaral pudiese presentar escurrimiento de grandes volúmenes de agua y barro encauzado, correspondiendo, por lo tanto, a uno de los riesgos naturales de mayor significación para el área.

7.4.4 Riesgo Geológico-Geomorfológico

Dentro de esta categoría se ha incluido el acantilado costero, el que como se ha indicado es un rasgo continuo para el área de estudio. Presenta al menos dos escalones diferenciados el segundo de los cuales no es un rasgo irregular. Las alturas promedio fluctúan entre los 20 m en el sector de Punta Blanca hasta los 60 m s.n.m en el sector de Punta Agua de la Zorra y dado su carácter y pendiente es susceptible a presentar derrumbes de materiales siendo clasificados por lo tanto como formas inestables. Se suma a este tipo de riesgo el borde de terraza de la Quebrada Chañaral que presenta pendientes cercanas a la vertical y por lo tanto condiciones propicias para presentar derrumbes.

Respecto a la actividad a nivel de laderas los flancos montañosos existentes hacia el este, no muestran actividad morfogenética por lo que se clasifican como estables.

¹⁴ El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

¹⁵ Castro, C. C. Marquardt y A. Zúñiga. 2010. Peligros Naturales en Geositos de Interés patrimonial en la Costa Sur de Atacama. Revista de Geografía de Norte Grande. 45.

La plataforma costera constituye una forma estable no observándose procesos morfogénicos que impliquen algún tipo de riesgo natural significativo.

7.5 Conclusión

Respecto a la actividad sísmica la costa de Atacama presenta riesgo alto por su posición geotectónica respecto a la zona de subducción. El fallamiento en particular para la zona de Cabo Leones es escaso, reconociéndose la falla Caracoles, diagonal a la línea de costa al norte del área del Proyecto. Los riesgos de tsunami son también significativos por su relación con la actividad sísmica, sin embargo la conformación estructural de la costa con un acantilado costero de 20 m de altura promedio, como rasgo continuo en el área, permite indicar una baja peligrosidad ante una eventual instalación de obras sobre la plataforma costera.

Los riesgos geomorfológicos son escasos sobre la plataforma costera; están más bien ligados a la inestabilidad del acantilado costero debido a la pendiente casi vertical de sus caras. De igual manera el riesgo aluvional, aun cuando ampliamente distribuido para la costa de Atacama debido a sus condiciones morfoclimáticas y morfogénicas, para el área del Proyecto solo se localiza en forma más predominante en el sector de la Quebrada de Chañaral a 4 km aproximadamente al sur del área del Proyecto.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ARAYA, B. Y G. MILLIE. 1986. Guía de Campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria.
- ARROYO, M. T. K., R. ROZZI, R.; J. SIMONETTI; P. MARQUET; M. SALABERRY
1999 Central Chile. In: Mittermeier, R. A., Myers, N., Gil, P. R., Mittermeier, C. G.
(Eds.). Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions
Cemex, Conservation International and Agrupación Sierra Madre, Monterrey, México.
- BAEZA, M; E. BARRERA; J. FLORES; C. RAMÍREZ & R. RODRÍGUEZ. 1998. Categorías de conservación de las pteridophytas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47-68.
- BELMONTE, E; L. FAUNDEZ; J. FLORES; HOFFMANN, A; M. MUÑOZ & S. TEILLIER. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Madrid. 820 pp.
- CONAF. 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. A. Glade (ed.), Corporación Nacional Forestal, Segunda Edición, 65 p.
- CORPORACION NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. I. L. Benoit Ed. Santiago de Chile. 157 pp.
- DEPROREN. 1998. Cartilla de Caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Primera Edición, 84 p.

- DI CASTRI, F. y E. HAJEK, 1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile. 129 pp.
- DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 458 p.
- ETIENNE, M. & C. PRADO. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Rev. Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.
- FONT-QUER, P., 1985. Diccionario de Botánica. Ed. Labor S.A. Barcelona, España. 1244 pp.
- FAÚNDEZ, L., M.T.SERRA & S. TEILLIER, 2007. Estado de conservación de la flora vascular de la Región de O'Higgins. En Libro Rojo de la Región de O'Higgins. Corporación Nacional Forestal- Universidad de Chile.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 pp.
- GOODALL J., A.W. JHONSON Y R.A. PHILLIPPI. 1951. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol 2. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires. 443 p.
- HOFFMANN, A. & H. WALTER, 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Segunda Edición, Santiago de Chile. 307 pp.
- IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.
- JARAMILLO, A. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Primera Edición. 240 p.
- LUEBERT, F & P. PLISCOFF. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 pp.
- MARTICORENA, C & M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-157.
- MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana Zoología. 40: 342 pp.
- MELLA, J. 2005. Guía de Campo: Reptiles de Chile Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (EDS). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 paginas + xii
- MILLER S Y J ROTTMAN, 1976. Guía para el Reconocimiento de mamíferos Chilenos. Editora Nacional Gabriela Mistral.
- PINCHEIRA-DONOSO, D. Y NUÑEZ, H. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Weigmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo de Historia Natural, Chile Nº 59:7-486.
- QUINTANILLA, V. 1983. Biogeografía de Chile. Instituto Geográfico Militar.
- RIEDEMANN, P., G. ALDUNATE Y S. TEILLIER, 2006. Flora Nativa de valor ornamental, Zona Norte. Productora Gráfica Andros Ltda. 405 pp.

SQUEO, F.A., G. ARANCIO & J.R. GUTIERREZ, 2008. Catálogo de la Flora Vasculare de la Región de Atacama. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación, Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 6: 97-120.

TORRES-MURA, J.C. y M. L. LEMUS. 1991. Avifauna acuática de la Laguna del Laja (Andes de Chile). Boletín Museo Nacional Historia Natural (Chile) 42:89-95.

VELOSO, A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat., Torino 6: 481-539.

VILLAGRAN, C. & V. CASTRO, 2004. Ciencia indígena de Los Andes del Norte de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. Primera Edición. 362 pp.