

**ANEXO 5.2-1**  
**PUERTO DE EMBARQUE DE MINERAL DE HIERRO-FASE I**

**SANTA FE PUERTOS S.A.**

**ESPECIALISTA**  
**FERNANDA ROMERO**

# LÍNEA BASE DE FLORA Y VEGETACIÓN

## INTRODUCCIÓN

### Flora

El área de estudio 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, 29 mm concentrados principalmente en invierno, que determinan un clima mediterráneo superárido con 12 meses secos (Di Castri y Hajek, 1976). Esta zona presenta un alto nivel de endemismos, por lo que ha sido incluida dentro del hot spot de biodiversidad de Chile Mediterráneo, caracterizado por su alto nivel de endemismo y amenaza (Arroyo et al, 1999; Myers et al, 2000).

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”. Éstos 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 1099 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).

El sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad más cercano al área del proyecto es la Quebrada El León, ubicada 10 km al norte de la ciudad de Caldera. Otra área protegida es el santuario de la Naturaleza Granito Orbicular, que se encuentra por el borde costero, frente a la Quebrada El León. (Squeo *et al*, 2008).

### Vegetación

Desde el punto de vista de la vegetación, Gajardo (1994) describe para el área de estudio la Región fitogeográfica del Desierto, Subregión del desierto costero, más específicamente en la formación del Desierto de Tal tal. Esta formación se caracteriza por presentar vegetación a menudo abundante, y la divide en dos agrupaciones; la que crece bajo la influencia directa de las neblinas y, la que ocupa las quebradas y aguadas.

Dentro de las comunidades que cita están las siguientes:

- *Nolana sedifolia* (suspiro), se presenta en la base de los acantilados costeros y en las cercanías del mar, sobre sustratos arenosos. Las especies representativas son *Frankenia chilensis* (hierba del salitre), *Nolana divaricata* (suspiro) y *Nolana sedifolia* (suspiro), mientras que las especies comunes son *Nolana leptophylla* (suspiro), *Argylia radiata* (terciopelo), *Bahia ambrosioides* (chamiza), *Cleome chilensis* (cleome), *Drymaria cordata* y *Sicyos bryonaefolius* (tupac llanco).
- *Encelia tomentosa* (Coronilla del fraile) – *Nolana paradoxa* (Suspiro). 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* (chamiza), *Frankenia chilensis* (hierba del salitre), *Nolana rostrata* (suspiro), *Ophryosporus triangularis* (rabo de zorro), *Cristaria glaucophylla* (malvilla), *Heliotropium linarioides*, *Polyachyrus roseus* (borlón de alforja) y *Tetragonia maritima* (aguanosa).

Según Luebert y Pliscoff (2006), el área de estudio se encuentra en la formación de matorral desértico, del piso del Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*, descrita como un matorral abierto dominado por *Heliotropium floridum* (heliotropo) y *Atriplex clivicola* (cachiyuyo), con presencia de otros arbustos como *Frankenia chilensis*, *Fagonia chilensis*, *Polyachyrus poeppigii* y *Encelia canescens*, y las herbáceas *Leucocoryne ixioides*, *Camassia biflora* y *Argylia radiata*, que durante años lluviosos llegan a ser muy abundantes. Otras especies características en la composición de este piso son *Nolana carnosa* (suspiro), *Chuquiraga ulicina* (hierba de la yesca), *Cristaria pinnata* (malvilla), *Nolana albescens*, *N. divaricata*, *N. sedifolia* (sosas), *Ophryosporus triangularis* (rabo de zorro), *Oxalis gigantea*, *Perityle emoryi*, *Polyachyrus fuscus*, *Skytanthus acutus* (cuerno de cabra), *Spergularia arbuscula*, *Tetragonia maritima* (aguanosa), *Tiquilia litoralis*, *Viola polypoda*.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Describir la flora vascular y la vegetación terrestre en el área de emplazamiento del proyecto Puerto Caldera Norte, comuna de Caldera en la III Región de Atacama.

### Objetivos específicos

- Elaborar una lista de la flora presente en el área del proyecto, que incluya la clasificación taxonómica, nombre común, forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación.
- Detectar la presencia de especies de plantas vasculares amenazadas de extinción.

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

## **METODOLOGÍA**

El proyecto se ubica en la comuna de Caldera, en el extremo norte de la bahía de Caldera.

El presente informe, corresponde a los datos obtenidos en un terreno realizado entre los días 27 y 29 de Mayo.

## **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:

- Arbusto: Planta leñosa, ramificada desde la base.
- Hierba perenne: Planta cuyos individuos poseen órganos de resistencia subterráneos, de los que rebrotan en cada primavera.

Las especies de plantas vasculares en categorías de conservación, se presentan de acuerdo con Squeo et al 2008.

Los nombres vulgares de las plantas en el texto fueron citados a partir de Teillier *et al* (1998) y Gajardo (1994).

## **Vegetación**

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) sólo se consideró "leñoso bajo" (LB), para los arbustos, dada la inexistencia de especies dominantes de otro tipo biológico. La cobertura de la vegetación se define con una escala de rangos que va entre 1 (1 a 5%) y 7 (90 a 100%), sin embargo debido a la escasa cobertura del área de estudio se uso sólo el nivel más bajo, 1, cuya cobertura corresponde a valores entre 1 y 5%.

## RESULTADOS

### Flora

La flora del área del proyecto está formada por, al menos, 17 especies. En la Tabla 1 se muestran las especies ordenadas por familia, indicándose para cada una, nombre científico, familia, nombre vulgar, forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación (ver Apéndice 1).

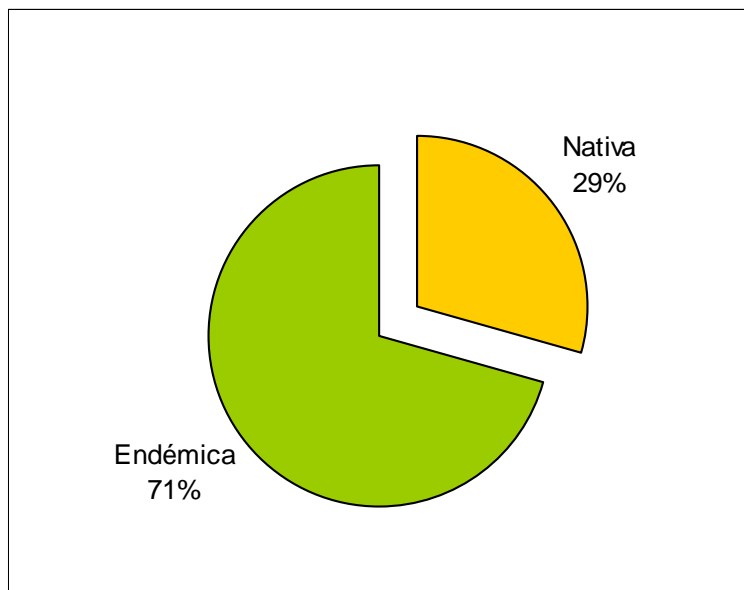
**Tabla 1:** Lista de especies de plantas vasculares encontradas en el área de estudio

Especie	Nombre común	Familia	Forma de Vida	Origen	Categoría de Conservación
<i>Tetragonia maritima</i>	Aguanosa	Aizoaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Eremocharis fruticosa</i>	Ruda silvestre	Apiaceae	Arbusto	Endémica	Vulnerable
<i>Skytanthus acutus</i>	Cuerno de cabra	Apocynaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Bahia ambrosioides</i>	Chamiza	Asteraceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Chuquiraga ulicina</i>	Hierba de la yesca	Asteraceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Encelia canescens</i>	Coronilla de fraile	Asteraceae	Arbusto	Nativa	Fuera de Peligro
<i>Polyachyrus fuscus</i>	Borlón de alforja	Asteraceae	Arbusto	Nativa	Fuera de Peligro
<i>Heliotropium floridum</i>	Heliotropo	Boraginaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Atriplex clivicola</i>	Cachiyuyo	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Frankenia chilensis</i>	Hierba del salitre	Frankeniaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de Peligro
<i>Cristaria viridi-luteola</i>	Malvilla	Malvaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Distichlis sp.</i>	Pasto	Poaceae	Hierba perenne	Nativa	Fuera de Peligro
<i>Nolana carnosa</i>	Suspiro de mar	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Nolana crassulifolia</i>	Sosa	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Nolana divaricata</i>	Sosa	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Nolana sedifolia</i>	Sosa	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de Peligro
<i>Fagonia chilensis</i>	Hualputilla	Zygophyllaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de Peligro

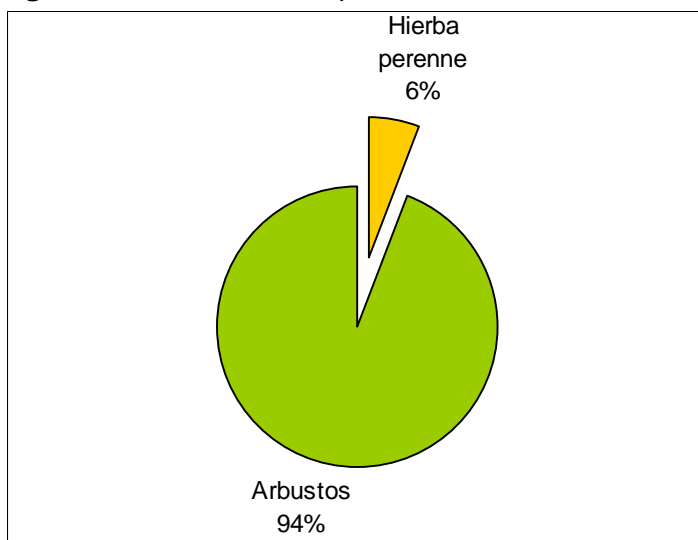
De acuerdo con su origen geográfico no se registraron especies alóctonas o introducidas, por lo que se hace sólo la comparación entre especies nativas y endémicas (Figura 1), las especies nativas alcanzan a un 29% (5 especies). Las especies endémicas, a su vez alcanzan a un 71% (12 especies).

En cuanto a las formas de vida se encontró sólo una especie que corresponde a una hierba perenne, las otras 16 especies restantes (94%), corresponden a arbustos, siendo la mayoría arbustos fruticosos o semi leñosos.

**Figura 1:** Proporción de especies nativas y endémicas encontradas en el área del proyecto.



**Figura 2:** Formas de vida presentes en el área de estudio



### Especies en categoría de conservación

En el área de estudio se encontró sólo una especie en categoría de conservación, ***Eremocharis fruticosa*** (ver foto 1), que corresponde a un arbusto fruticoso, endémico, perteneciente a la familia Apiaceae, conocido vulgarmente como “ruda silvestre”, y que se encuentra clasificado en categoría de “**Vulnerable**” por Squeo *et al.*, 2008. Se encontró sólo un individuo (UTM: N 7008382; E 319658, Datum WGS 84), en la unidad 1 (Ver COT), dominada por *Polyachyrus fuscus* y *Nolana crassulifolia*, a unos 50 metros de la línea de costa, y en un lugar con alto grado de perturbación, que aparentemente correspondió a un pequeño asentamiento de material ligero asociado al Área de Manejo Sibucal.



Foto 1: Rama y flores de *Eremocharis fruticosa* (ruda silvestre), especie en categoría de Vulnerable en la III Región

### Vegetación

En el área de estudio se encontraron 2 unidades de vegetación, las que fueron identificadas en base a formación vegetal y especies dominantes. Estos resultados se presentan en la tabla 2, y a continuación se describe cada unidad de vegetación.

**Tabla 2:** Unidades de la Carta de Ocupación de Tierras

Unidad	Formación Vegetal	Especies dominantes	Descripción
1	LB1	Pf Nc	Matorral costero junto a línea de costa
2	LB1	Ec Cu Fc	Matorral costero en lomajes

### Siglas de las especies dominantes

Pf	<i>Polyachyrus fuscus</i>
Nc	<i>Nolana crassulifolia</i>
Ec	<i>Encelia canescens</i>
Cu	<i>Chuquiraga ulicina</i>
Fc	<i>Frankenia chilensis</i>

### Unidad 1: Matorral costero cercano a la línea de costa

Esta unidad corresponde a un matorral muy abierto que se desarrolla en primera línea frente al mar. Presenta un estrato arbustivo con cobertura muy escasa que no supera el 1% y los 20 cm de altura. Las especies dominantes son *Nolana crassulifolia* (sosa) y *Polyachyrus fuscus* (borlón de alforja), ambos arbustos fruticosos de hojas suculentas. En esta formación se desarrolla *Eremocharis fruticosa*, especie en categoría de Vulnerable.

## Unidad 2: Matorral costero en lomajes

Corresponde a un matorral abierto con una cobertura vegetal muy escasa, que en la mayoría del área no supera el 1% y los 40 cm de altura. Se localiza en los lomajes frente a la costa, y sus suelos se encuentran bastante intervenidos debido a la remoción del terreno para extracción de conchuela. Las especies dominantes son *Encelia canescens* (coronilla del fraile), *Chuquiraga ulicina* (hierba de la yesca) y *Frankenia chilensis* (hierba del salitre). Sobre esta unidad se desarrolla casi la totalidad de las obras del proyecto.



**Foto 2: Unidad 1, matorral costero junto a línea de costa. Se observa la escasa cobertura de *Nolana crassulifolia* y *Polyachyrus fuscus* sobre las rocas.**



**Foto 3: Unidad 2, matorral costero en lomajes. Se observa la escasa vegetación.**





Foto 4: Unidad 2, matorral costero en lomajes, en una de las áreas más altas del proyecto. Se observan individuos de *Chuquiraga ulicina*.

## CONCLUSIONES

### Flora

- Respecto de la riqueza, esta aparece bastante baja, con 17 especies de flora vascular.
- En cuanto al origen geográfico de las especies, no se encontraron especies alóctonas (introducidas), y del total de especies un 71% son endémicas del país (12 especies), porcentaje algo mayor que el 54,3% citado por Squeo et al (2008) para la Región de Atacama.
- Respecto de las formas de vida, predominan ampliamente los arbustos, los que corresponden al 94% de las especies.
- En cuanto a las especies en categorías de conservación se encontró sólo un individuo de *Eremocharis fruticosa*, en categoría de Vulnerable según Squeo et al, 2008. El individuo se encuentra en el área de Influencia Indirecta del Proyecto.

### Vegetación

- Se encontraron dos formaciones en el área de estudio, que corresponden a matorrales costeros con una cobertura muy escasa, y que sólo se diferencian por sus especies dominantes.
- 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, sin embargo ambos autores presentan como parte importante de la composición de estas comunidades, varias especies de herbáceas que no fueron detectadas en esta campaña.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**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.

**DI CASTRI & E. HAJEK. 1976.** Bioclimatología de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 127 pp.

**DILLON, M.O. & A. E. HOFFMANN-J. 1997.** Lomas Formations of the Atacama Desert, Northern Chile, pp. 528-535. In: S. D Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos and A. C. Hamilton (eds.), Centres of Plant Diversity, A Guide and Strategy for their Conservation. WWF, Information Press, Oxford, U.K.

**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.

**GAJARDO, R. 1993.** La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 pp.

**LUEBERT, F & P. PLISCOFF. 2006.** Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

**MARTICORENA, C & M. QUEZADA. 1985.** Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-157.

**MYERS, N; R. MITTERMIEER; C. MITTERMEIER; G. DA FONSECA & J. KENT, 2000.** Biodiversity Hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

**SQUEO FA, G ARANCIO & JR GUTIÉRREZ. 2008.** Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. (Sitio web: [www.biouls.cl](http://www.biouls.cl))

**TEILLIER, S., H. ZEPEDA Y P. GARCÍA, 1998.** Flores del Desierto de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia. Chile.

**APÉNDICE 1.**  
**Flora del área del proyecto**



***Tetragonia maritima***  
**(Aguanosa)**



***Chuquiraga ulicina***  
**(Hierba de la yesca)**



***Polyachyrus fuscus***  
**(Borlón de alforja)**





***Encelia canescens***  
(Coronilla del fraile)



***Frankenia chilensis***  
(Hierba del salitre)



***Cristaria viridiluteola***  
(Malvilla)



***Nolana divaricata***  
**(Sosa)**



***Nolana sedifolia***  
**(Sosa)**



***Nolana carnosa***  
**(Suspiro)**





***Nolana crassulifolia***  
**(Sosa)**



***Fagonia chilensis***  
**(Hualputilla)**

---

**Fernanda Romero**  
**Especialista Flora y Vegetación**