

## **CAPITULO 5 LÍNEA DE BASE**

### **INTRODUCCIÓN**

Conforme a lo establecido en el Artículo 12 letra f) inciso segundo del Reglamento del SEIA, el área de influencia del Proyecto o Actividad se definirá y justificará, para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potenciales relevantes sobre ellos. En términos generales, en este caso, los impactos ambientales potenciales surgen de la realización de las actividades del Proyecto “Puerto de Embarque de Mineral de Hierro – Fase I”, en adelante el Proyecto.

La información presentada a continuación, respecto del Área de Influencia y de sus componentes ambientales de interés, se obtuvo mediante la recopilación de antecedentes bibliográficos revisados y comparados en gabinete, campañas de terreno y consultas a diferentes organismos públicos.

### **ÁREA DE INFLUENCIA**

En la descripción y análisis del área de estudio se debe señalar que su ubicación y extensión está directamente influenciada por cada componente ambiental, asociado a los tipos de efectos que el Proyecto puede generar en su territorio, vale decir, la extensión geográfica que es intervenida y afectada en forma directa o indirecta por la construcción, explotación y mantenimiento del Proyecto, así como también por los efectos que el propio medio ambiente circundante puede producir sobre el Proyecto mismo.

Por área de Influencia se entenderá la extensión geográfica y territorial de cada una de las componentes ambientales que potencialmente pueden ser afectadas directa o indirectamente por el Proyecto. En este sentido, el ámbito del medio afectado difiere de acuerdo a la distribución espacial de los impactos que puedan generarse, es decir, a la extensión geográfica en que tendrán repercusión. Esta extensión está dada por la configuración ecosistémica donde se localiza cada uno de los componentes ambientales de este sistema, como por ejemplo; hidrología, geomorfología, suelo, calidad del aire, ruido, flora y vegetación, fauna, entre otros.

Definir a priori la extensión del área de influencia permite circunscribir el análisis de línea de base. Ello se realiza en base a la experiencia del consultor en Proyectos similares y a los criterios que propone la legislación ambiental vigente. La definición del área de influencia será validada o constatada durante el desarrollo de las etapas siguientes del presente EIA.

Se distingue un área de influencia directa (AID) y un área de influencia indirecta (AII). Para efectos del presente EIA se tendrá en consideración lo siguiente:

### Área de Influencia Directa (AID)

Corresponde a una zona definida y delimitada por cada especialista, en la cual tienen lugar los efectos directos de las obras, actividades y/o acciones del Proyecto en cada uno de los elementos identificados por componente ambiental y viceversa, la cual tendrá una extensión variable.

### Área de Influencia Indirecta (All)

Esta área es la que puede ser indirectamente afectada por el desarrollo del Proyecto, durante las faenas construcción u operación. El All abarca la zona donde se manifiestan los efectos indirectos del Proyecto o aquellos sectores en que se verifiquen eventuales impactos residuales. Asimismo, para cada componente ambiental se considera una extensión aledaña al AID, en la cual se generen aspectos que puedan afectar indirectamente el Proyecto.

La tabla siguiente presenta las áreas definidas como AID y All para cada componente ambiental:

### Área de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto según cada Componente Ambiental

Medio / Componente Ambiental		Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
<b>MEDIO FISICO</b>	Clima y Meteorología	Meteorología Local en el cual se encontrarán emplazadas las obras físicas del Proyecto.	Entorno al Área de Influencia Directa
	Calidad del aire	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Asentamientos poblados y áreas de interés ambiental.
	Edafología	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Sitios potencialmente utilizados por contratistas de obras.
	Geomorfología, Geología y Riesgos	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Sitios potencialmente utilizados por contratistas de obras.
	Hidrología, Hidrogeología y Calidad de las aguas	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Sitios potencialmente utilizados por contratistas de obras.
	Ruido	Receptores Sensibles.	No aplica
<b>MEDIO BIÓTICO</b>	Flora y Vegetación	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Formaciones vegetacionales aledañas al AID.
	Fauna	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Hábitats aledaños al AID.

<b>Medio / Componente Ambiental</b>		<b>Área de Influencia Directa</b>	<b>Área de Influencia Indirecta</b>
<b>MEDIO CONSTRUIDO Y SOCIAL</b>	Asentamientos humanos	No aplica.	Poblados más próximos al Área del Proyecto.
	Uso del suelo e Instrumentos de Planificación Territorial	Plan Regulador Comunal de Caldera y sitios de emplazamiento de frentes de trabajo e instalación de faenas	Entorno al AID
	Arqueología, Patrimonio Histórico y Cultural	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	Sitios de patrimonio arqueológico, histórico y cultural aledaños al AID.
	Paisaje y estética	Puntos de observación desde donde se visualiza el área de emplazamiento del Proyecto.	No aplica.
	Medio Construido	No aplica.	Infraestructura y Equipamiento público y/o privado aledaña al área de emplazamiento del Proyecto.
	Sistema Vial	Rutas de acceso al área de emplazamiento del Proyecto.	No aplica.
	Áreas de Riesgo	Áreas de emplazamiento obras del Proyecto e instalaciones de faenas.	No aplica.
<b>MEDIO MARINO</b>	Oceanografía física	Sitios de emplazamiento del Proyecto	Condiciones oceanográficas a nivel de la bahía de Caldera.



## 5.1 MEDIO FÍSICO

### 5.1.1 Clima y Meteorología

#### 5.1.1.1 Introducción

La caracterización ambiental de esta componente permitirá conocer la situación actual sin Proyecto de los elementos del clima.

#### 5.1.1.2 Objetivo

Caracterizar los elementos del clima.

#### 5.1.1.3 Metodología

Para la caracterización del clima se realizó un análisis a nivel regional, extraída de la clasificación general y universal<sup>1</sup> y, luego un análisis a nivel local, basándose en los distritos agroclimáticos definidos por Novoa y Villaseca<sup>2</sup>, y se caracterizaron las principales variables meteorológicas, como precipitaciones, temperatura y velocidad y dirección del viento, en base a los registros de la estación Caldera Norte (N 7.005.012 E 320.268), próxima al área de emplazamiento del Proyecto.

#### 5.1.1.4 Resultados

- **Caracterización climática general del área del Proyecto**

De acuerdo a la clasificación de Köppen, el área del Proyecto se enmarca dentro de un **Clima desértico con nublados abundantes (BWn)**. Este tipo de clima se caracteriza por desarrollar estratocúmulos con un espesor de algunos cientos de metros, que cubren la zona litoral durante la noche y se repliegan durante el día (*Fuenzalida, 1971*). Esta secuencia de nubosidad y niebla tiene gran continuidad en el transcurso del año, según antecedentes meteorológicos de Caldera señala un promedio 102 días nublados y 44 días despejados (los restantes días corresponden a parcialmente nublados). Ver **Fotografía 5.1-1**.

<sup>1</sup> Clasificación de climas de Chile, según Köppen.

<sup>2</sup> Mapa agroclimático de Chile. INIA, 1989. Santiago, Chile.



**Fotografía 5.1-1:** Clima Desierto costero con nubosidad abundante (BWn) como se aprecia en el área de influencia directa.

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. Dicho clima es responsable en gran medida del aspecto general de la vegetación representada por un matorral costero bajo, abierto y con cactáceas.

Como factores determinantes en el comportamiento climático de la zona, corresponden al Anticiclón del pacífico y la corriente de Humboldt, y en los factores locales se identifican los cordones montañosos de la Cordillera de la Costa y el Valle del Huasco como corredor de la humedad marina hacia el interior.

- **Distritos agroclimáticos**

Según el mapa agroclimático de Chile, el área del Proyecto corresponde a Clima Desierto Subtropical Marino, el cual se extiende hacia el interior del precedente en los valles bajos, desde la frontera con Perú hasta el norte de Coquimbo, y en la costa desde el sur de Antofagasta hasta el sur de La Serena. Ocasionalmente se presentan heladas pero muy ligeras. En invierno el promedio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío se encuentran entre  $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El promedio de las máximas diarias del mes más frío está entre  $10$  y  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En verano, el promedio de las máximas medias de los seis meses más calidos es superior a  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El régimen hídrico se caracteriza por mantener todo el año seco.

En el sitio del Proyecto, se identificó el siguiente distrito agroclimático:

***Distrito Agroclimático Caldera (3.441):***

Este distrito se encuentra entre los  $24^{\circ}\text{ S}$  (al sur de Antofagasta) y el paralelo  $30^{\circ}\text{S}$  (al sur de la Serena).

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de  $16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una máxima media del mes más calido (febrero) de  $23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una mínima media del mes más frío (julio) de  $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El período heladas es de 12 meses, aún cuando pueden haber heladas excepcionales. La suma de temperaturas anuales, base  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es de 4.180 grados-días y con base  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es de 2.350 grados-días. Existe sólo un mes (julio), en que la temperatura es inferior a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; el resto de los meses no presenta limitaciones para el crecimiento de las plantas.

Las lluvias alcanzan los 26,9 mm, distribuidas principalmente entre los meses de mayo a agosto. Como la estación seca es de 12 meses, no es posible cultivar sin riegos. Con riego y en razón a que la costa (litoral) tiene un clima nuboso, las heladas casi no se producen y el verano es más fresco. Esta zona agroclimática presenta una aptitud para la producción de hortalizas muy tempranas y muy tardías, tales como tomate, ají, pimentón, cucurbitáceas en general, porotos verdes y otras. También es apta para frutas subtropicales, como papayo chirimoyos, lúcumos, cítricos, etc., pero no apto para frutales con requerimientos de frío. Es apta, además, para los cultivos tradicionales extensivos.

- **Meteorología**

#### Precipitaciones

Las precipitaciones son extremadamente variables, estas se presentan en los meses de junio, julio y agosto, con una suma media anual de 24 mm en Caldera, concentrando entre un 80% y 90 % de precipitaciones en los meses mencionados. Sin embargo, seis de cada diez años presentan una suma total de precipitaciones inferiores al promedio; dos de cada diez años una suma anual entre los valores comprendidos entre el promedio y el doble del promedio.

#### Temperatura

La estación más próxima al área de estudio, es la estación Caldera Norte (N 7.005.012 E 320.268), cuyos datos registran para la zona (Enero–Mayo 2008) una temperatura media de 18,4 °C, con temperatura mínima de 14,1 °C y una temperatura máxima de 20,4 °C.

#### Humedad

La estación más próxima al área de estudio, es la estación Caldera Norte (N 7.005.012 E 320.268), cuyos datos registran para la zona (Enero–Mayo 2008) una humedad relativa promedio del 72%.

#### Dirección y velocidad del viento

El área de estudio se encuentra bajo el dominio del Anticiclón del Pacífico Sur, los vientos reinantes soplan del cuarto cuadrante, al considerar los vientos ESE.

La velocidad del viento que registró la Estación Caldera Norte en el periodo (Enero-Mayo 2008) en promedio media mensual es 2,7 m/seg.

#### **5.1.1.5 Conclusiones**

En las campañas de medición realizadas sólo para el periodo Enero-Mayo 2008 (período que se tenía la data) se concluye que en la zona de estudio la temperatura promedio media mensual es de 18,4°C, la Humedad relativa promedio es de un 72%, la velocidad del viento promedio es de 2,7 m/seg., presentando una dirección del viento predominante ESE. Además la zona presenta bajas precipitaciones en el periodo invernal, llegando a una suma anual de 24 mm.



## 5.1.2 Calidad del Aire

### 5.1.2.1 Introducción

En la siguiente sección, se describirá y caracterizará la calidad del aire referido principalmente al material particulado en suspensión y a gases en el sector correspondiente al área de influencia indirecta del Proyecto. (Estación Caldera Norte)

### 5.1.2.2 Objetivo

La caracterización ambiental permitirá conocer la potencial incidencia que tendrá el Proyecto sobre este componente.

### 5.1.2.3 Metodología

Debido a la inexistencia de datos para medir la calidad del aire, en los parámetros de MP10, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>, se procedió a instalar una estación de monitoreo para éstos componentes, la cual se emplazó en la misma ubicación de la estación meteorológica Caldera Norte (coordenadas N 7.005.012 E 320.268). Esta estación registró mediciones durante el período entre Enero a Mayo de 2008.

### 5.1.2.4 Resultados

Los resultados del periodo de medición en la Estación Caldera Norte se desprenden lo siguiente para cada uno de los parámetros:

#### **MP10**

La concentración de MP10 promedio obtenida durante el período de monitoreo, no excede el límite permisible por la norma<sup>3</sup> (50ug/m<sup>3</sup>N). Este promedio del período corresponde a 23,6 ug/m<sup>3</sup>N, lo cual equivale al 47% del valor límite permisible.

Respecto a las concentraciones en 24 horas de MP10, del percentil 98 de éstas alcanzó a 33 ug/m<sup>3</sup>N, lo que representa el 22% del valor establecido como norma de referencia diaria (150 ug/m<sup>3</sup>N).

#### **SO<sub>2</sub>**

La concentración promedio de SO<sub>2</sub> registrada durante el período de medición fue de 0,33 ug/m<sup>3</sup>N, lo cual representa el 0,4% del límite permisible por la norma<sup>4</sup> (80 µg/m<sup>3</sup>). El valor máximo de los promedios en 24 horas alcanzó 1,6 ug/m<sup>3</sup>N, lo que equivale a un 0,6% del límite permisible por la norma (250 µg/m<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> D.S N°59/1998 del MINSEGPRES. Modificado por el D.S.N°45/2001 MINSEGPRES.

<sup>4</sup> D.S. N°113/03 del MINSEGPRES



Respecto del valor máximo horario mensual alcanzo a 5,3 ug/m<sup>3</sup>N en el mes de Mayo 2008, lo que representa el 0,5% del límite permisible de la norma secundaria de SO<sub>2</sub><sup>5</sup> (1.000 ug/m<sup>3</sup>).

### CO

Para el CO el valor más alto del periodo de monitoreo como concentración en una hora fue de 523 ug/m<sup>3</sup>N (mes de Mayo), lo que representa el 1,7% del valor limite horario permisible por la norma primaria<sup>6</sup> (30.000 ug/m<sup>3</sup>N),

Respecto del valor máximo del promedio móvil cada 8 horas de CO, tampoco se produce superación de la norma (10.000 ug/m<sup>3</sup>N), siendo el valor más alto del periodo 261 ug/m<sup>3</sup>N, lo que representa el 2,6% del valor limite permisible.

### NO<sub>2</sub>

La concentración promedio de NO<sub>2</sub> registrada durante el período de medición fue de 1,3 ug/m<sup>3</sup>, lo cual representa el 1,3% del valor límite permisible por la norma primaria<sup>7</sup> anual (100 ug/m<sup>3</sup>N).

El valor máximo horario del periodo fue de 31 ug/m<sup>3</sup>N, valor que representa el 7,8% del valor límite permisible como concentración en una hora por la norma primaria (400 ug/m<sup>3</sup>N).

### O<sub>3</sub>

Respecto a las concentraciones de ozono, la norma primaria<sup>8</sup> regula los máximos diarios de concentraciones en 8 horas. De esta forma el promedio máximo se registro durante le mes de Febrero del 2008, y alcanzó 28 ug/m<sup>3</sup>, el cual representa el 23,3% del valor límite permisible por la normativa (120 ug/m<sup>3</sup>N).

### 5.1.2.5 Conclusiones

En todos los parámetros medidos en el periodo de monitoreo (Enero-Mayo 2008), se registraron concentraciones por debajo de las normas.

<sup>5</sup> D.S. N°185/91 del Ministerio de Minería.

<sup>6</sup> D.S. N°115/02 del MINSEGPRES

<sup>7</sup> D.S. N°114/2002 de MINSEGPRES

<sup>8</sup> D.S. N°112/03 del MINSEGPRES



### 5.1.3 Geología

#### 5.1.3.1 Introducción

En la siguiente sección, se describe y caracteriza la geología del sector costero de la ciudad de Caldera.

#### 5.1.3.2 Objetivo

Caracterizar la geología del área del Proyecto.

#### 5.1.3.3 Metodología

Se realizó un análisis espacial con la información recabada correspondiente a “Geografía de Chile”, Tomo III Región de Atacama, del Instituto Geográfico Militar y “Avance Geológico de la hoja de Caldera”, Región de Atacama, del Instituto de Investigaciones Geológicas (1978).

#### 5.1.3.4 Resultados

El área de estudio se caracteriza por la presencia de rocas intrusivas que constituyen el basamento sobre el cual se depositaron las secuencias de rocas estratificadas mesozoicas y cenozoicas que datan del Paleozoico Intrusivo (Pzg), acompañada de sedimentos continentales del Cuaternario (**Figura 5.1-1**).

Las rocas intrusivas que conforman el área de Caldera corresponden a rocas intrusivas del Paleozoico.

- **Paleozoico**

En el sector costero aflora un complejo intrusivo constituido principalmente por tonalitas y granitos. Estas rocas intruyen al Basamento Metasedimentario y en quebrada Agua Chica y quebrada Cifuncho, a unos 100 y 200 Km. al norte del área de la Hoja de Caldera, respectivamente, la continuación lateral del complejo intrusivo está cubierta discordantemente por rocas sedimentarias y continentales (*Formación Cifuncho; Garcia, 1967*) y rocas volcánicas (*Formación Agua Chica; Mercado 1977 b*) asignadas Triásico.<sup>9</sup>

Las determinaciones radiométricas K/Ar en muestras de este complejo, dan edades del Pérmico (267-10 m.a.) y del Jurásico inferior (191-176 m.a.); estas últimas se explican como producto del recalentamiento relacionado a la intrusión de potentes filones que atraviesan el complejo intrusivo, en tanto que las primeras están de acuerdo con las relaciones estratigráficas observadas y reflejarían fielmente la edad de la intrusión.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Avance Geológico de la hoja de Caldera”, Región de Atacama, del Instituto de Investigaciones Geológicas (1978).

<sup>10</sup> Avance Geológico de la hoja de Caldera”, Región de Atacama, del Instituto de Investigaciones Geológicas (1978).



Insertar figura 5.1-1



### **5.1.3.5 Conclusiones**

Geológicamente la zona no presenta fallas cercanas a la superficie, tratándose de suelos de arrastre consolidados en escurrimientos sobre una gran terraza fluvio-marina.

Las fallas geológicas principales fuera de las cercanías del sector se encuentran en el sector del Morro de Bahía Inglesa, sin embargo, en cuanto a fallas geológicas de importancia en el sector mismo, no hay riesgos geológicos notorios en la superficie.

### **5.1.4 Geomorfología**

#### **5.1.4.1 Introducción**

En la siguiente sección, se describe y caracteriza la geomorfología del sector costero de la ciudad de Caldera, presentando las particularidades de las geoformas que componen el área de estudio.

#### **5.1.4.2 Objetivo**

Caracterizar la geomorfología del área del Proyecto.

#### **5.1.4.3 Metodología**

Para la caracterización de esta componente ambiental se realizó un análisis espacial con la información bibliográfica recabada desde "Geografía de Chile", Tomo II Geomorfología, del Instituto Geográfico Militar (1983).

#### **5.1.4.4 Resultados**

La geomorfología de la comuna de Caldera está conformada por cuatro grandes unidades las que corresponden a Planicie Litoral, Cordillera de la Costa, Llanos de Sedimentación Continental y Pampa Ondulada Austral.

La Planicie Litoral se caracteriza por presentar planicies de breve desarrollo, estrechas e interrumpidas por estribaciones desprendidas de la pampa alta y de la Cordillera de la Costa. Estas estribaciones, de forma de cuchillas vertebradas, descienden hasta el borde mismo de las playas locales, generando la fuente de origen para una activa erosión marina. Las playas tienen forma de arco y, en general, corresponden al estrán arenoso, recubriendo levemente un estrán rocoso que queda al descubierto en los períodos de baja marea.

El límite de altura de las Planicies Litorales alcanza los 300 m.s.n.n., (cota más alta del muro costero), extendiéndose entre la orilla de la playa hasta el pie del muro, hasta su berma superior, generando un plano inclinado de alrededor de 22° con materiales de carácter mixto: continental y de regresión marina.

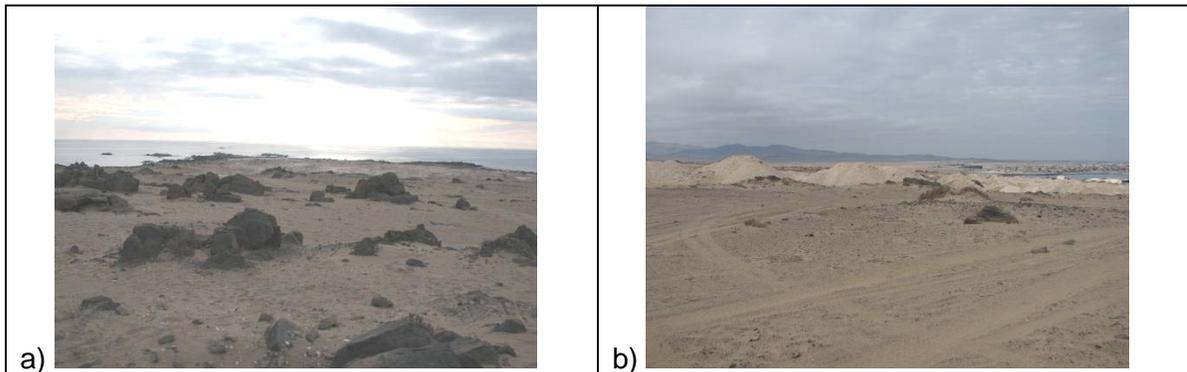
La Cordillera de la Costa corresponde a aquellos paños y alineamientos altos que sobresalen del nivelamiento general de la pampa, por encima de los 1500 m.s.n.m.; considerando la altura media de las depresiones locales, la altura relativa de los cerros que conforman esta cordillera serían del orden de 400 a 600 m. Los relieves dependen del tronco costero sometidos a procesos de erosión y sepultación que minimizan las formas a simples lomas de suaves perfiles convexos.

Por su parte, los Llanos de Sedimentación corresponde al efecto de llanura de acumulación detrítica producida por la coalescencia de materiales continentales con depositaciones marinas, constituyendo una transición entre el aluvión del sector septentrional y el crecimiento moderado de los ríos meridionales, atestiguado por terrazas bien recortadas sobre el lecho de escurrimiento espasmódico.

La **Pampa Ondulada Austral** corresponde a la porción de la depresión intermedia entre las sierras Vicuña Mackenna, del Muerto y Peñafiel por el norte y el río Copiapó por el sur. No obstante, el activo desarrollo de las quebradas del litoral, al sur de la Quebrada del Salado ha destruido el plan alto de esta Pampa y lo ha restringido a dos estrechos llanos con aspecto de rinconadas en el curso medio de la quebrada Salitrosa, Sierra La Gloria, 20 km al SEE de Caldera, se une al interior de los cerros de Cachiyuyo, creando un cordón de eje E-W., verdadero interfluvio entre la Pampa Ondulada.

#### **5.1.4.5 Conclusiones**

Ligada a la variable geológica, la geomorfología del área no presenta características de fragilidad. A las condiciones de estratificación horizontal presentes en el sector, se le suma la poca alteración de sus componentes superficiales, los que actualmente están siendo afectados por procesos de meteorización mecánica lo que genera gran abundancia de fragmentos rocosos, y por procesos de transporte eólico más cerca de la costa.



**Fotografía 5.1-2 a) y b):** Planicie Litoral del área del Proyecto.



## 5.1.5 Edafología

### 5.1.5.1 *Introducción*

A continuación se realiza una descripción de los suelos presentes en el sector aledaño al Proyecto, cuyos antecedentes se recopilamos bibliográficamente (Geografía de Chile de IGM 1984), y por trabajo en terreno.

### 5.1.5.2 *Objetivo*

Caracterizar los tipos de suelos presentes en el área de estudio.

### 5.1.5.3 *Metodología*

La caracterización de los suelos se realizó mediante trabajo de terreno efectuado los días 27 y 29 de Mayo del año 2008, además de antecedentes bibliográficos para el sector. El reconocimiento de terreno se realizó con apoyo de imágenes y cartografía 1:75.000 del área del Proyecto.

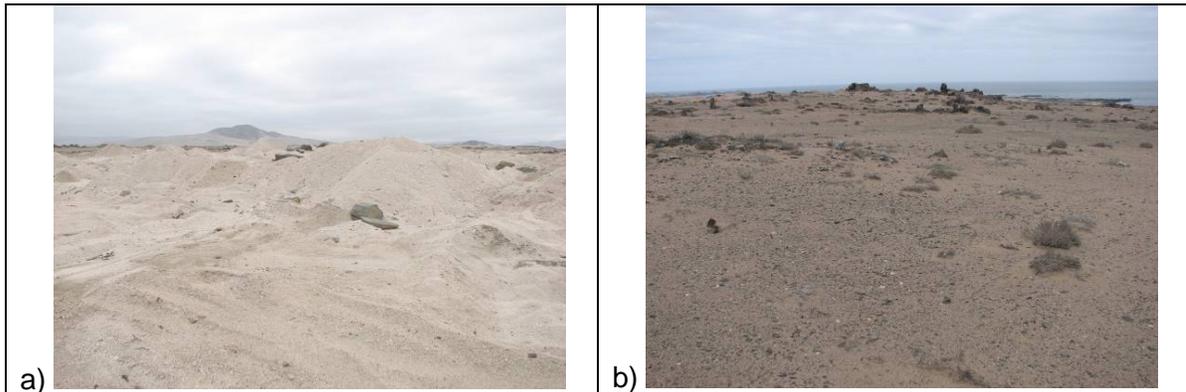
### 5.1.5.4 *Resultados*

- **Caracterización los Suelos del Sector del Proyecto**

El suelo presente en el área que abarca el proyecto, así como en su entorno se clasifica como Yermosol Cálcico y corresponde a una matriz edáfica principal arenosa, profunda, la cual reposa sobre un sustrato de rocas intrusivas, como material basal de soporte.

Se reconoce en esta serie de suelo un continuo u horizonte A, material fino y suelto, poco desarrollado, conteniendo sedimentos marinos (conchas), el cual se expresa sin presencia de otras alteraciones destacables hasta su contacto con el sustrato basal; no se registra la presencia de clastos angulares ni de arrastre, generándose en todo el sector sólo una matriz arenosa, de textura fina a muy fina, de rápida infiltración, pobre en materia orgánica y de baja retención de humedad en su perfil. Este desarrollo edafológico corresponde en su totalidad a material sedimentario marino y el aporte del material coluvial, factores modeladores de la geomorfología del sector (Ver **Fotografía 5.1-3**).

Las particulares condiciones edáficas de los suelos del sector le limitan a éste su capacidad de retención de humedad, tanto en superficie como en el perfil, afectando de manera directa el desarrollo del recurso vegetacional en las partes bajas del terreno, como consecuencia directa de la pobre disponibilidad de humedad edáfica para las plantas a través del tiempo.



**Fotografía 5.1-3 a) y b):** Vista del Suelo del Sector de Emplazamiento del Proyecto.

### ***5.1.5.5 Conclusiones***

Estos suelos son altamente salinos, con horizontes moderadamente salinos, compactados en profundidad o a veces cubiertos por dunas.

Los sedimentos eólicos llegan a tapar las terrazas de abrasión marina, son en general pobres en materia orgánica y la infiltración va de rápida a moderada.

## **5.1.6 Recurso Hídrico e Hidrogeología**

### ***5.1.6.1 Introducción***

En la siguiente sección, se describirá y caracterizará la hidrogeología e hidrología del sector de las zonas costera entre las localidades de Caldera y el Totoral, correspondiente a la hoja de Caldera del Instituto de investigaciones Geológicas.

### ***5.1.6.2 Objetivo***

Caracterizar la red hídrica e hidrogeología que presenta el área de estudio.

### ***5.1.6.3 Metodología***

Para caracterizar esta componente se analizó la información obtenida del Mapa Geológico Preliminar de Chile “Avance Geológico de la hoja de Caldera”, región de Atacama, Instituto de Investigaciones Geológicas (1978).

#### **5.1.6.4 Resultados**

- **Hidrogeología**

El área cubierta por la hoja Caldera corresponde a una franja del litoral cuyas condiciones hidrogeológicas son propias de las zonas áridas, en las cuales no existen posibilidades importantes de recursos hídricos subterráneos, debido al déficit pluviométrico y a la alta tasa de evaporación; ellas son aún menores dada la impermeabilidad de la mayor parte de las rocas que la constituyen.

Las rocas consolidadas (metamórficas, intrusitas y volcánicas) no ofrecen posibilidades de infiltración de agua, ya que la escasa precipitación que cae sobre ellas es evaporada o escurre superficialmente hacia los materiales inconsolidados (depósitos eólicos, pequeñas terrazas y sedimentos aluviales y fluviales). Los depósitos eólicos, por carecer de un espesor considerable, además de encontrarse cubriendo rocas impermeables y debido a la alta evaporación, no permiten la existencia de acuíferos. Los pequeños depósitos de terraza, ubicados en los márgenes de las quebradas, se encuentran hidrogeológicamente desconectados al escaso escurrimiento superficial y/o subterráneo de los cauces, debido a su posición topográfica más elevada.

Las mejores condiciones para la ocurrencia de agua subterránea la ofrece el material aluvial y fluvial depositado en el lecho del valle del río Copiapó y en la cuenca de descarga de un sistema fluvial perenne que tiene su origen en la alta Cordillera (Río Copiapó) y a un relleno de cuencas de recarga esporádica precordillerana (Cuenca Totoral).

En la sección inferior del valle del río Copiapó, el material inconsolidado constituye un acuífero freático que descarga los excedentes de agua del valle. El agua subterránea que en el borde oriental de la Hoja se encuentra de 4 a 6 m de profundidad, escurre hacia el poniente, saturando casi totalmente los sedimentos y dando origen a zonas de vegas hasta un poco al oeste de María Isabel. Algo de agua (algunas decenas de litros por segundo) escurre subterráneamente hacia las costas, donde aflora y da origen a pequeñas corrientes intermitentes.

- **Hidrología**

El principal recurso hídrico de la comuna lo constituye el río Copiapó cuyo valle se localiza entre Latitud Sur 27° 30' y 69' - 71' 00" de Longitud Oeste aproximadamente.

El sistema hídrico se origina en el lugar denominado la Junta, donde confluyen sus dos más importantes tributarios, el Jorquera por el Norte y el Pulido por el Sur Este a 130 Km. en línea recta desde el mar y a 100 Km. aguas arriba de la ciudad de Copiapó.

El régimen de escurrimiento del río Copiapó es permanente desde la junta hasta el Copiapó, aunque generalmente está sometido a variaciones de caudal debido a procesos naturales de pérdida y de recuperación y a la intervención del hombre que utiliza este recurso como riego artificial.

Aguas arriba de la capital regional el río se recupera con el alumbramiento de vertientes importantes, las que permiten el riego de zonas agrícolas del curso inferior. En el sector de angostura en régimen del río es constante e independiente, recogiendo los remanentes de la cuenca con un gasto medio anual de 130 L/s de agua altamente contaminada por sales, que desemboca finalmente en el mar. Su régimen es nivo-pluvial, el gasto medio observado para una serie de dos años fue de 8,7 m<sup>3</sup>/s, siendo el valor más alto, el correspondiente a 1,71 m<sup>3</sup>/s y el menor gasto, agosto 1,43 m<sup>3</sup>/s.

En lo que concierne al sistema de escurrimiento de quebradas existentes en la comuna, esta asociado al régimen pluvial que se origina en periodos invernales, considerando que es una zona árida, con precipitaciones esporádicas, frecuentemente asociadas al fenómeno del Niño, como es Quebrada del Corralillo que se encuentra aproximadamente 1 km al sur de la ciudad del Caldera.

#### **5.1.6.5 Conclusiones**

De acuerdo a lo descrito en el punto anterior, el área de inserción del Proyecto no presenta cursos de aguas superficiales, ni escurrimiento de quebradas.

#### **5.1.7 Ruido**

##### **5.1.7.1 Introducción**

Las actividades asociadas a la construcción del Proyecto ubicado a 2,5 kilómetros al Norte del sector poblado de Caldera, medidos en línea recta, conllevan la generación de ruido debido a la construcción y operación del mismo, donde se prevé el uso de maquinaria pesada, lo que potencialmente constituye un impacto acústico en los receptores sensibles ubicados en el área de influencia del proyecto.

En el presente estudio acústico se elabora una Línea de Base, a partir de mediciones de ruido de fondo del actual entorno acústico existente en los sectores sensibles en los alrededores del futuro emplazamiento del proyecto.

##### **5.1.7.2 Objetivo**

- Determinar los puntos receptores sensibles dentro de la zona de influencia producto de las futuras emisiones de ruido por la construcción del proyecto en cuestión.
- Efectuar mediciones de Nivel de Presión Sonora en dichos puntos a fin de determinar el ambiente sonoro existente previo a la construcción del proyecto.

##### **5.1.7.3 Metodología**

El día 20 de Mayo de 2008 se realizó una campaña de Línea de Base de ruido en los sectores aledaños al emplazamiento del proyecto.

Se determinó en terreno el área de influencia del proyecto, y dentro de ésta los lugares sensibles al ruido, obteniéndose 6 puntos que representan los sectores habitados más cercanos a los futuros trabajos.

Con estos puntos de muestreo se conforma una densidad adecuada de mediciones de tal forma de poder representar y caracterizar adecuadamente los actuales niveles de ruido en la zona a evaluar, no existiendo otros puntos sensibles más cercanos al trazado del proyecto.

Se efectuaron mediciones de los Niveles de Presión Sonora existentes en dichos lugares, en horario diurno y nocturno, a fin de caracterizar el entorno sonoro al que se encuentran actualmente expuestos.

Se realizó en cada punto un registro de NPSeq en forma continua, hasta que la lectura fuese estable o cuando la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos sea menor o igual a 2dB(A), registrándose el valor de NPSeq cada cinco minutos. El nivel considerado es el último de los niveles registrados.

El sonómetro se ubicó a 1,5 metros en su eje vertical del suelo y, en lo posible, a 3 metros de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventana).

Para las mediciones se utilizó un sonómetro marca Rion modelo NL-22, configurado como sonómetro Tipo 2, según la norma IEC 61672-1:2002. El instrumento fue debidamente calibrado antes de realizar las mediciones.

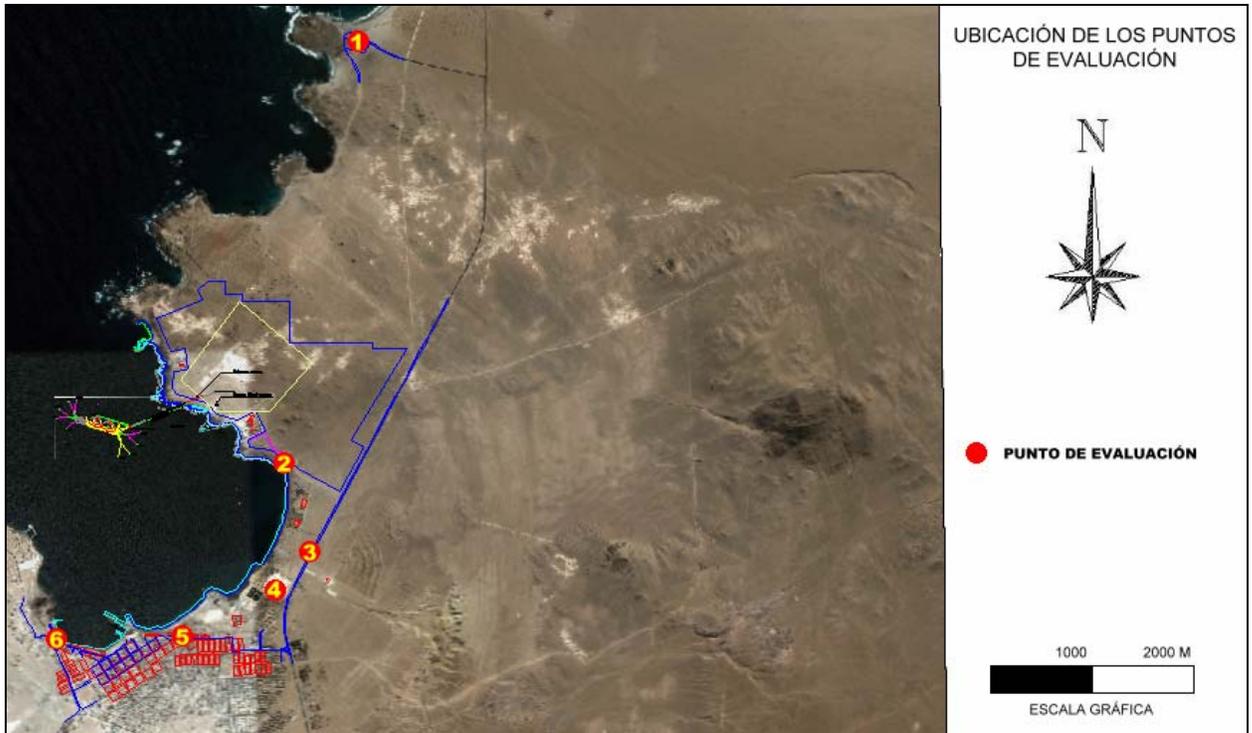
#### **5.1.7.4 Puntos de Evaluación y Medición**

A continuación se muestran una tabla y croquis con la descripción de los puntos de medición y evaluación.

**Tabla 5.1-1  
Descripción y Ubicación de los Puntos de Medición Elegidos**

Punto	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 HUSO 19	
		Este	Norte
<b>1</b>	Cabañas ubicado en Camping Ramada en camino acceso a Playa Ramada	321.432	7.010.898
<b>2</b>	Oficina sector Varadero de Caldera	320.691	7.006.749
<b>3</b>	Galpón ubicado en sector pesquero en Playa Blanca	320.943	7.005.893
<b>4</b>	Vivienda particular ubicado en Sector norte de Caldera	320.614	7.005.503
<b>5</b>	Vivienda particular ubicado en Cousiño #5	319.688	7.005.049
<b>6</b>	Vivienda particular ubicado en Arturo Prat #80	318.444	7.005.025

**Figura 5.1-2**  
**Croquis con la Ubicación de los Puntos de Medición**





**Fotografía 5.1-4:** Punto 1 de medición de ruido.



**Fotografía 5.1-5:** Punto 2 de medición de ruido.



**Fotografía 5.1-6:** Punto 3 de medición de ruido.



**Fotografía 5.1-7:** Punto 4 de medición de ruido.



**Fotografía 5.1-8:** Punto 5 de medición de ruido.



**Fotografía 5.1-9:** Punto 6 de medición de ruido.

### 5.1.7.5 Resultados

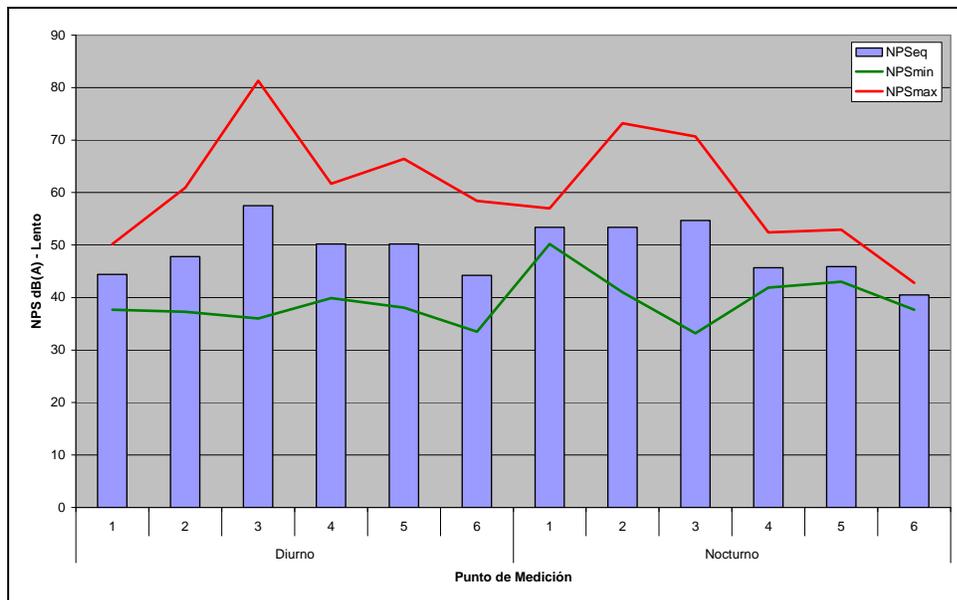
Las mediciones de Nivel de Presión Sonora se efectuaron el día 20 de Mayo de 2008 entre las 12:00 y las 17:00 horas para el período Diurno y entre las 00:00 y 05:00 horas para el período Nocturno.

A continuación se entregan los valores registrados en los puntos de medición descritos en la **Tabla 5.1-2**.

**Tabla 5.1-2**  
Valores de Nivel de Presión Sonora, en dB(A)-Lento, Registrados Durante las Mediciones

Período de Medición	Punto de Medición	NPS <sub>seq</sub> dB(A)	NPS <sub>mín</sub> dB(A)	NPS <sub>máx</sub> dB(A)
Diurno	1	44,4	37,7	50,2
	2	47,8	37,3	60,9
	3	57,5	36,0	81,3
	4	50,2	39,9	61,7
	5	50,2	38,1	66,4
	6	44,2	33,5	58,4
Nocturno	1	53,4	50,2	57,0
	2	53,4	4,	73,2
	3	54,7	33,2	70,7
	4	45,7	41,9	52,4
	5	45,9	43,0	52,9
	6	40,5	37,7	42,8

**Figura 5.1-3**  
Gráfico Resumen de los Niveles de Presión Sonora Registrados en los Puntos de Medición



De acuerdo a lo visto anteriormente, se observa lo siguiente:

**Período Diurno**

Se registran niveles entre 44,2 y 50,2 dB(A) para los puntos 1, 2, 4, 5 y 6, debido principalmente al oleaje del Mar, perros lejanos, aves marinas, personas en viviendas y vehículos lejanos por Ruta 5 Norte.

Por otro lado, en el punto 3 se observa un nivel de ruido de fondo entre 57,5 dB(A), mayor a los medidos en los restantes puntos, lo cual se debe al tránsito de vehículos livianos y pesados por Ruta 5 Norte respectivamente.

**Período Nocturno**

Se registran niveles entre 40,5 y 45,7 dB(A) para los puntos 4, 5 y 6, debido principalmente al oleaje del mar y vehículos lejanos Ruta 5 Norte.

Por otro lado, en los puntos 1, 2 y 3 se observa un nivel de ruido de fondo entre 53,4 y 54,7 dB(A), mayor a los medidos en los restantes puntos, lo cual se debe al incremento del nivel medido para el oleaje del mar y el tránsito lejano de vehículos livianos y pesados por Ruta 5 Norte.

**5.1.7.6 Conclusiones**

Según el Decreto Supremo N°146 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 17 de abril de 1998, en el TÍTULO III Artículo 4º, se establecen los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonoros Corregidos de acuerdo al Tipo de Zona.

De acuerdo a lo establecido por el uso de suelo del actual Plan Regulador Comunal de Caldera y sus respectivas modificaciones, las zonas que corresponden al área de influencia directa del proyecto y su entorno, se pueden apreciar en el siguiente cuadro, según lo establecido por el D. S. N° 146/97 MINSEGPRES.

**Tabla 5.1-3  
Zona P.R.C. Caldera y Homologación según D.S. N° 146/97 de MINSEGPRES**

<b>Punto de Medición</b>	<b>Zona según Plan Regulador Comunal de Caldera</b>	<b>Homologación D.S. N° 146/97 de MINSEGPRES.</b>
1	U3ACB <sup>11</sup>	II
2	R21F <sup>12</sup>	IV
3 y 4	U1D <sup>2</sup>	IV
5	CB	II
6	CA	II

<sup>11</sup> Fuente de referencia: <http://www.observatoriourbano.cl/IPT/Mapoteca/Digital/3102.296.2002.pdf>

"MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR DE CALDERA, ZONAS U3ACB, R21A, R21B, R22, SECTOR PLAYA RAMADA"

<sup>12</sup> Fuente de referencia: <http://www.observatoriourbano.cl/IPT/Mapoteca/Digital/3102.525.2004.pdf>

"MODIFICACIÓN AL PLAN REGULADOR DE CALDERA, ZONAS CD, U1D, U2D, R21E, R21F, R3", SECTOR INDUSTRIAL NORTE".

A continuación se incluye una evaluación según los siguientes valores de NPSeq máximos permitidos.

**Tabla 5.1-4  
Niveles Máximos Permisibles de NPSeq Corregidos (NPC) en dB(A) Lento según  
D.S. N°146/97 de MINSEGPRES**

Tipo de Zona	NPC (dB (A) lento)	
	7 a 21 hrs. Periodo Diurno	21 a 7 hrs. Periodo Nocturno
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70

A continuación se presentan los Niveles máximos permisibles de presión sonora continuos equivalentes corregidos, a ser utilizados para la evaluación.

**Tabla 5.1-5  
Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y Calificación Acústica Respecto  
del D.S. N°146/97 de MINSEGPRES Escenario Diurno**

Punto	NPSeq Medido dB(A)	Máximo Permitido dB(A)
1	44,4	60
2	47,8	70
3	57,5	70
4	50,2	65
5	50,2	60
6	44,2	55

**Tabla 5.1-6  
Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y Calificación Acústica  
Respecto del D.S. N°146/97 de MINSEGPRES Escenario Nocturno**

Punto	NPSeq Medido dB(A)	Máximo Permitido dB(A)
1	53,4	50
2	53,4	70
3	54,7	70
4	45,7	55
5	45,9	50
6	40,5	45

Estas mediciones corresponden fielmente al entorno sonoro del sector por lo que pueden usarse de guía para futuras evaluaciones donde se requiera el valor de ruido de fondo.



## 5.2 MEDIO BIÓTICO

### 5.2.1 Vegetación y Flora

#### 5.2.1.1 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 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).

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 Taltal. 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), *Argyilia 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 *Argyilia 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*, *Skyanthus acutus* (cuerno de cabra), *Spergularia arbuscula*, *Tetragonia maritima* (aguanosa), *Tiquilia litoralis*, *Viola polypoda*.

### 5.2.1.2 Objetivos

#### Objetivo general

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

#### Objetivos específicos

- Elaborar una lista de la flora presente en el área del proyecto, así como su entorno, 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.

### 5.2.1.3 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 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, sólo se consideró el tipo biológico (fisonómico) “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 usó sólo el nivel más bajo, 1, cuya cobertura corresponde a valores entre 1 y 5%.

La cartografía que se presenta fue realizada a una escala de 1:7.500 (**Ver Figura 5.2-3**).



#### 5.2.1.4 Resultados

##### Flora

La flora del área del proyecto y su entorno está formada por, al menos, 17 especies. En la **Tabla 5.2-1** 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 **Anexo 5.2-1**).

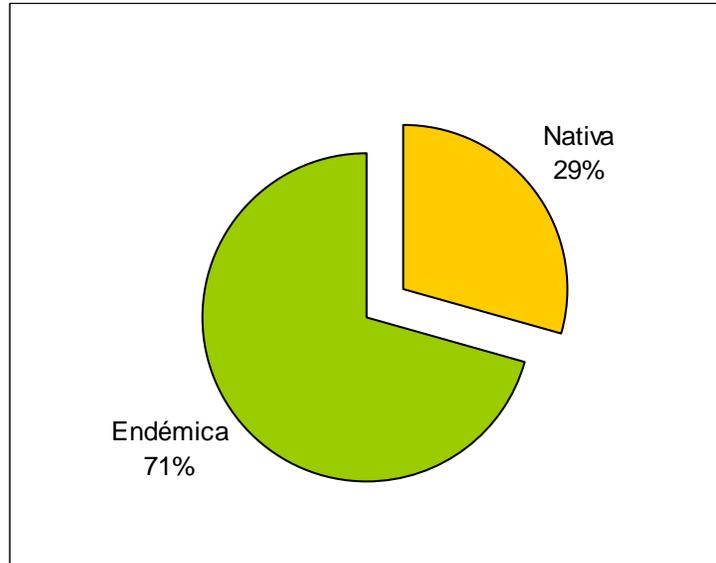
**Tabla 5.2-1**  
**Lista de Especies de Plantas Vasculares Encontradas en el Área de Estudio**

Espece	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

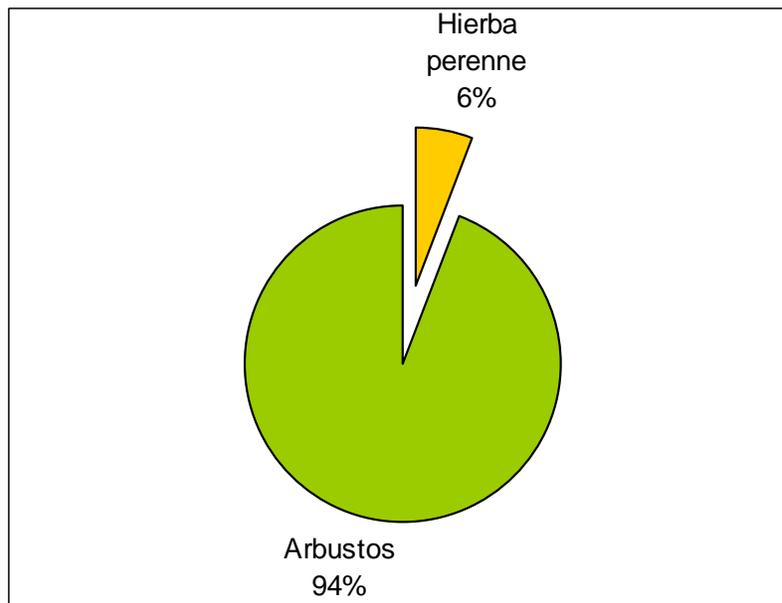
De acuerdo con su origen geográfico no se registraron especies alóctonas o introducidas, por lo que se hace sólo la comparación entre especies nativas y endémicas (**Figura 5.2-1**), las especies nativas alcanzan a un 29% (5 especies). Las especies endémicas, a su vez alcanzan a un 71% (12 especies).

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 5.2-2**).

**Figura 5.2-1**  
**Proporción de Especies Nativas y Endémicas Encontradas en el Área del Proyecto**



**Figura 5.2-2**  
**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 fotografía 5.2-1), 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, área de influencia indirecta del Proyecto, 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.



**Fotografía 5.2-1:** 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 5.2-2**, y la **Figura 5.2-3** (carta de ocupación de tierras). A continuación se describe cada unidad de vegetación.

**Tabla 5.2-2**  
**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 *Polyachyrus fuscus*
- Nc *Nolana crassulifolia*
- Ec *Encelia canescens*
- Cu *Chuquiraga ulicina*
- Fc *Frankenia chilensis*



**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.



**Fotografía 5.2-2:** Unidad 1, matorral costero junto a línea de costa. Se observa la escasa cobertura de *Nolana crassulifolia* y *Polyachyrus fuscus* sobre las rocas.



## 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).



**Fotografía 5.2-3:** Unidad 2, matorral costero en lomajes. Se observa la escasa vegetación.



**Fotografía 5.2-4:** Unidad 2, matorral costero en lomajes. Se observan individuos de *Chuquiraga ulicina*.

**Insertar**  
**Figura 5.2-3**  
**Carta de Ocupación de Tierras**



### 5.2.1.5 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.

### 5.2.2 Fauna

#### 5.2.2.1 Introducción

El área de proyecto se localiza a unos 2,5 kms de la ciudad de Caldera, inmediatamente al frente de la bahía donde se localiza la ciudad antes mencionada. Una prospección preliminar permite señalar que el sitio ha tenido una alta presión antrópica, principalmente por la extracción de arena y en la actualidad se encuentran emplazadas empresas relacionadas al rubro pesquero e industrial.

#### 5.2.2.2 Objetivos

##### Objetivo General

El objetivo del presente estudio es describir la componente fauna asociada a vertebrados terrestre en las áreas que se contemplan actividades relacionadas a la ejecución del proyecto, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que pudieren generarse sobre los elementos faunísticos.

##### Objetivos específicos

Con el objeto de cumplir el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

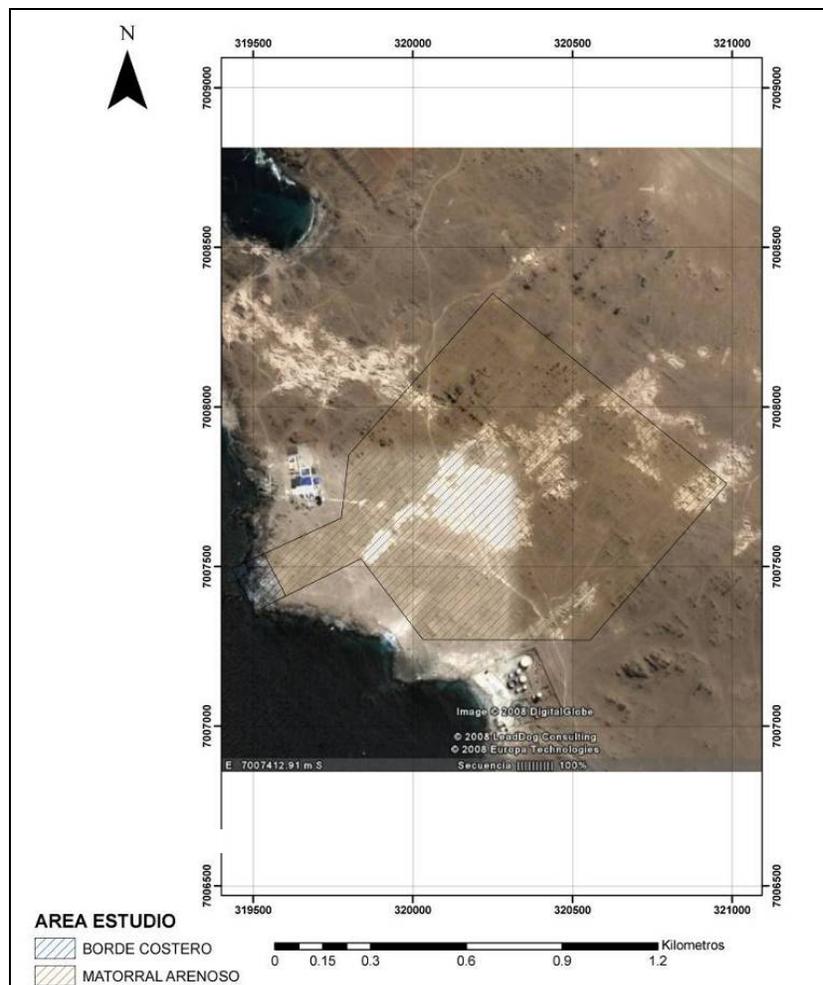
- Determinar la riqueza específica de la fauna de vertebrados terrestres en la zona del proyecto.
- Describir la abundancia y distribución espacial de la fauna de vertebrados terrestres presentes en las áreas de estudio.
- Determinar la presencia de especies con problemas de conservación y endémicas.

### 5.2.2.3 Metodología

#### Puntos de Muestreos

Durante los días 22 al 24 de mayo de 2008 se realizaron prospecciones en el área. Para los objetivos se reconocieron dos ambientes para fauna, los que se muestran en la **Figura 5.2-4**.

**Figura 5.2-4**  
**Ambientes para la Fauna de Vertebrados en el Área de Estudio**





El ambiente de Borde Costero corresponde a la zona litoral del área de estudio, ambiente fundamentalmente rocoso, donde se proyecta la plataforma para el arribo de embarcaciones. El segundo ambiente y principal, corresponde a la unidad denominada matorral arenoso, ambiente de planicies arenosas y con una estrata herbácea poco densa. En estos dos sectores se realizaran las prospecciones de fauna vertebrada terrestre. Para mas detalle ver Anexo 5.2-2.



**Fotografía 5.2-5:** Ambiente de borde costero.



**Fotografía 5.2-6:** Ambiente de matorral arenoso en el área de estudio.



## **Registro de Fauna**

Como marco de referencia de la fauna vertebrada se consideró la siguiente literatura. **Reptiles:** Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Nuñez y Jaksic (1992), Núñez 1991, Nuñez et al. (1997), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988). **Aves:** Araya 1982, 1985; Araya y Millie (1988), Araya et al 1993, 1995, Canevari et al. (2001), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972), Lazo y Silva (1993), Philippi (1964), Rottmann (1995). **Mamíferos:** Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2000), Osgood (1943), Pine, et al. (1979), Rau (1982), Tamayo y Frassinetti (1980).

Para el levantamiento de información en terreno se consideró:

### **Anfibios**

No fueron evaluados, debido a la carencia de ambientes propicios para esta fauna.

### **Reptiles.**

Para detectar la presencia de reptiles se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por herpetozoos. Estas búsquedas se efectuaron en las diferentes áreas identificadas, con el objetivo de determinar las especies asociadas a cada uno de estos ambientes. Para ello se realizaron observaciones en transectos de 100 m de largo y 10 de ancho, más búsquedas específicas bajo rocas y matorrales.

### **Aves.**

Fueron observadas en toda el área y en las zonas ya definidas. Para su identificación se utilizaron binoculares junto al registro de sus cantos. En este caso, debido al carácter de matorral del área, se usaron puntos de muestreos, donde se registraron todas las aves observadas en un radio de 20 m de largo.

### **Mamíferos.**

En el caso de los mamíferos, ellos fueron determinados mediante observación directa e indirecta (huellas, heces, madrigueras, entre otros), en toda el área y en los puntos específicos de observación. Para micromamíferos se colectó egagrópilas de pequeño *Athenea cunicularia*, para la búsqueda de restos óseos (mandíbulas y dientes), los que se determinaron con claves específicas (Reise 1973, Yáñez et al. 2000).

## **Criterios de categorización de la fauna de vertebrados terrestres con problemas de conservación.**

Con la información faunística proveniente de los levantamientos de terreno, se procedió a establecer las categorías de conservación, según la Ley de Caza 19.473 que reconoce las siguientes categorías:

**B** = Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

**S** = Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

**E** = Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

**P** = En Peligro de Extinción.

**V** = Vulnerables.

**R** = Raras.



I = Inadecuadamente conocida.

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 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.

**Vulnerables (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.

**Raras (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.

#### 5.2.2.4 Resultados

##### Reptiles

Durante los días del levantamiento de información de terreno, predominaron condiciones de cielos nublados, lo que pudo afectar la observación de reptiles, aunque la escasa cobertura vegetal hace suponer una baja productividad de recursos en esta época del año y probablemente ello gravita en poblaciones con bajas densidades. En términos generales se pudo registrar la presencia de dos especies de lagartos en el área de estudio, ambas especies protegidas por la Ley 19.473 (ver **Tabla 5.2-3**).

**Tabla 5.2-3**  
**Reptiles del Área de Estudio. 1 Presencia, 0 Ausencia**

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Ley 19.473				Ambientes	
		B	S	E	EC	Borde Costero	Matorral Arenoso
<b>TROPIDURIDAE</b>							
Lagartija de dos manchas	<i>Liolaemus bisignathus</i>		S	E	R	0	1
Corredor de Atacama	<i>Microlophus atacamensis</i>		S	E	V	1	0

##### **Criterios Ley de Caza 19.473**

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida,

F= Fuera de Peligro



*Liolaemus bisignathus* corresponde a una especie propia de ambientes arenosos, siendo observada en el ambiente de matorral arenoso. En el área sólo se observó un ejemplar y algunas madrigueras que posiblemente sean atribuibles a la especie. La lagartija de dos manchas es una especie endémica de la costa de la tercera región y es señalada como una especie Rara por la legislación.



**Fotografía 5.2-7:** *Liolaemus bisignathus* del área de estudio

Respecto a *Microlophus atacamensis*, este es un lagarto que habita en los roqueríos próximos al mar, de las regiones II y III. En el área de estudio sólo se observó un ejemplar (probablemente por las condiciones climáticas presentes en la campaña). La especie es señalada como Vulnerable por la legislación.



**Fotografía 5.2-8:** *Microlophus atacamensis* en el área de estudio

**Aves**

Las aves registradas en el área de proyecto, estuvieron representadas por 26 especies, de ellas 12 fueron observadas en el ambiente de Borde Costero y 17 en el Matorral Arenoso. De las especies observadas, sólo el ave marina *Sula variegata* es señalada como especie Inadecuadamente Conocida. En términos generales, debido a las características propias de los dos ambientes definidos, se observa una diferencia importante en los ensambles de aves, diferenciándose claramente entre aves costero-marinas y especies de ambientes terrestres de interior (ver **Figura 5.2-5**).

**Tabla 5.2-4**  
**Registro de Aves en el Área de Estudio. 1 Presencia, 0 Ausencia**

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Ley 19.473				Ambientes	
		B	S	E	EC	Borde Costero	Matorral Arenoso
<b>PELECANIFORMES</b>							
<b>SULIDAE</b>							
Piquero	<i>Sula variegata</i>	B		E	I	1	0
<b>PELECANIDAE</b>							
Pelicano	<i>Pelecanus thagus</i>	B		E		1	0
<b>PHALACROCORACIDAE</b>							
Yeco	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>					1	0
<b>CICONIFORMES</b>							
<b>ARDEIDAE</b>							
Huiravo	<i>Nycticorax nycticorax</i>			E		1	0
<b>FALCONIFORMES</b>							
<b>CATHARTIDAE</b>							
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	B				1	1
<b>FALCONIDAE</b>							
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	B		E		0	1
<b>CHARADRIFORMES</b>							
<b>HAEMATOPODIDAE</b>							
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>			E		1	0
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>		S	E		1	0
<b>SCOLOPACIDAE</b>							
<b>SCOLOPACINAE</b>							
Playero vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>	B	S			1	0
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	B				1	0
<b>LARIDAE</b>							
<b>LARINAE</b>							
Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i>		S			1	1
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>			E		1	1
<b>COLUMBIFORMES</b>							
<b>COLUMBIDAE</b>							
Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>					0	1
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>					0	1
<b>STRIGIFORMES</b>							
<b>STRIGIDAE</b>							
Pequén	<i>Athene cunicularia</i>	B		E		0	1

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Ley 19.473				Ambientes	
		B	S	E	EC	Borde Costero	Matorral Arenoso
<b>PASSERIFORMES</b>							
<b>FURNARIIDAE</b>							
Minero	<i>Geositta caunicularia</i>	B				0	1
Churrete costero	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	B				1	0
<b>TYRANNIDAE</b>							
Diucón	<i>Pyrope pyrope</i>	B		E		0	1
Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	B		E		0	1
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	B		E		0	1
<b>HURUNDINIDAE</b>							
Golondrina chilena	<i>Tachycineta leucopyga</i>	B		E		0	1
<b>TROGLODYTIDAE</b>							
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	B		E		0	1
<b>MUSCICAPIDAE</b>							
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>					0	1
<b>EMBERIZIDAE</b>							
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	B				0	1
Loica	<i>Sturnella loica</i>			E		0	1
<b>FRINGILLIDAE</b>							
<b>PASSERIDAE</b>							
Gorrion	<i>Passer domesticus</i>					0	1

**Criterios Ley de Caza 19.473**

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

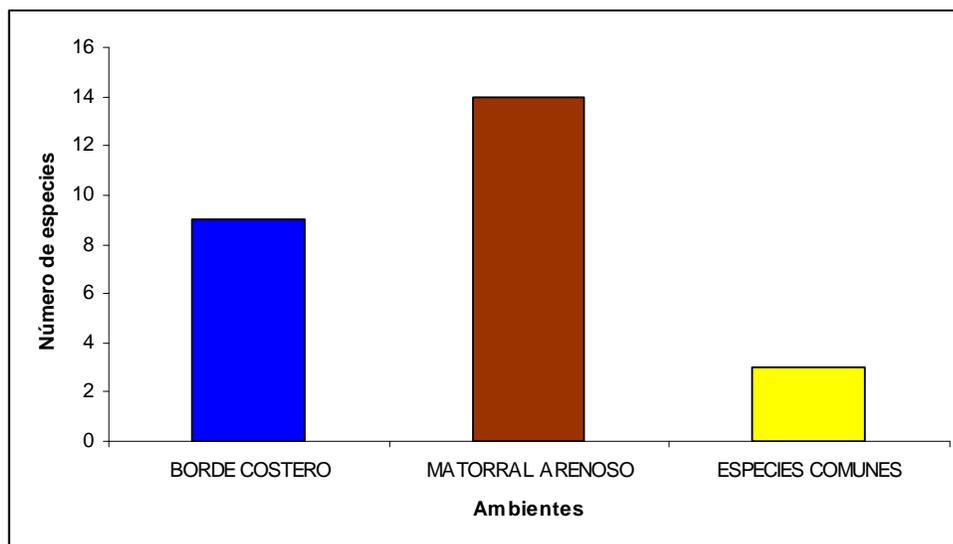
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida,

F= Fuera de Peligro

**Figura 5.2-5**  
**Gráfico. Riqueza de Aves por Ambientes Prospectados**





**Fotografía 5.2-9:** *Athene cunicularia* en el área de estudio.



**Fotografía 5.2-10:** *Phalacrocorax olivaceus* en el borde costero.

**Mamíferos**

Durante la prospección se registró la presencia 4 especies de mamíferos, de ellos dos son introducidos (laucha y liebre). En el caso de roedores ellos son reportados por el estudio de egagrópilas y de la liebre se observaron fecas. De acuerdo al registro visual, de huellas y fecas, es posible señalar que el sitio es recorrido por una cantidad importante de perros domésticos (*Canis familiaris*).

Las especies se detallan en la **Tabla 5.2-5**, no reportándose presencia de especies con problemas de conservación.

**Tabla 5.2-5  
Mamíferos del Área de Estudio. 1 Presencia y 0 Ausencia**

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Ley 19.473				Ambientes	
		B	S	E	EC	Borde Costero	Matorral Arenoso
<b>RODENTIA</b>							
Ratón oliváceo	<i>Abrothrix olivaceus</i>					0	1
Ratón orejudo de Darwin	<i>Phyllotis darwini</i>					0	1
Laucha	<i>Mus musculus</i>					0	1
<b>LAGOMORPHOS</b>							
Liebre	<i>Lepus capensis</i>					0	1

**Criterios Ley de Caza 19.473**

**B=** Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

**S=** Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

**E=** Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

**EC=** Estado de conservación, puede ser: **P=** En Peligro de Extinción, **V=** Vulnerables, **R=** Raras, **I=** Inadecuadamente conocida, **F=** Fuera de Peligro

En el área de estudio fue posible coleccionar 40 egagrópilas (regurgitados) del búho diurno *Atheneo cunicularia* (pequén), material importante para conocer la composición de micromamíferos del sitio de estudio, pues ellos son parte de la dieta de estas aves y sus restos óseos (mandíbulas y dientes) sirven para la identificación de las especies.

El análisis de presas se muestra en la **Tabla 5.2-6**. Se puede señalar que sólo en los regurgitados más antiguos fue posible obtener huesos de micromamíferos y en los más frescos se observó fundamentalmente coleópteros. Lo anterior se correlaciona con la observación de baja productividad primaria en la actualidad, lo que debe manifestarse en una baja densidad de micromamíferos. Sin duda que en períodos de mayor productividad primaria debe haber un incremento importante en la riqueza y abundancia de micromamíferos.

**Tabla 5.2-6**  
**Resultado del Análisis de Egagrópolis de *Athene Cunicularia*,**  
**las Presas (Micromamíferos) se Expresan como Número Total N y Porcentual %**  
**Respecto al Total de Presas Registradas**

	<b>N</b>	<b>%</b>
<i>Abrothrix olivaceus</i>	11	22,45
<i>Phyllotis darwini</i>	29	59,18
<i>Mus musculus</i>	9	18,37
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100</b>



**Fotografía 5.2-11:** Nidos de pequén, sitio donde se recolectó egagrópolis.



#### **5.2.2.5 Conclusiones**

La fisonomía del área de proyecto se caracterizó por presentar amplias zonas sin vegetación debido a la fuerte extracción de suelos (arena). Los sectores menos intervenidos presentaban una cobertura rala de arbustos bajos, pero además en su composición se incluyen numerosas plantas geófitas y efímeras que surgen cuando ocurren precipitaciones (Gajardo, 1994), produciendo el fenómeno del florecimiento del desierto, evento asociado a períodos de lluvias invernales que ocurren con cierta periodicidad. Durante el florecimiento del desierto, la mayor productividad vegetal trae asociado el aumento de las densidades de las comunidades de vertebrados terrestres.

En general las comunidades de vertebrados, registradas durante la campaña de terreno, se encuentran representadas por una baja riqueza específica. En reptiles se reportan dos especies (una es Rara y la otra Vulnerable), en aves se registraron 26 especies en total (una se encuentra clasificada como Inadecuadamente Conocida) y en mamíferos sólo se registraron 4 especies.

Respecto a la sensibilidad de las especies presentes en el sitio, el ave *Sula variegata* (piquero, Inadecuadamente Conocida) no debería ser impactada, pues ella es un ave marina y los sitios más sensibles para ella son los roqueríos (por lo general en islotes) donde nidifica. Un caso de mayor sensibilidad corresponde a los reptiles, debido a su probable menor capacidad de escape frente a perturbaciones fuertes en sus ambientes. Si bien las densidades registradas fueron muy bajas, ello pudo haber estado influenciado por las condiciones meteorológicas y a la época del año. Además el impacto sobre *Microlophus atacamensis* debería ser más bajo, debido a la menor superficie que será impactada de su ambiente (borde costero).



## 5.3 MEDIO HUMANO Y SOCIAL

### 5.3.1 Asentamientos Humanos

#### 5.3.1.1 Introducción

A continuación se entregan los principales antecedentes sociales correspondientes a elementos demográficos, vivienda, educación, salud, empleo y pobreza de la localidad poblada existente en el área de influencia del Proyecto. De la misma forma, se incluye la descripción de las principales actividades económicas y productivas que se desarrollan en dicha área.

#### 5.3.1.2 Objetivo

Caracterizar los asentamientos humanos del área de influencia del Proyecto.

#### 5.3.1.3 Metodología

Se presenta un análisis secuencial, que va desde el nivel regional, pasando por el nivel comunal, para terminar en la localidad de Caldera que corresponde al área de influencia indirecta del Proyecto. Se realizó un análisis geográfico, demográfico, y socioeconómico, considerando los 3 niveles territoriales los cuales corresponden a:

- **Nivel Regional:** Región de Atacama
- **Nivel Comunal:** Comuna de Caldera
- **Nivel Local:** Ciudad de Caldera

En términos cuantitativos y de índices representativos de la población, la información fue recopilada de los distintos registros censales<sup>1</sup> para cada uno de los 3 niveles territoriales.

#### 5.3.1.4 Resultados

##### **Nivel de Análisis Regional: Región de Atacama**

La Región de Atacama se localiza al norte de Chile entre los 25° 17' y 29° 11' de latitud sur y desde los 68° 17' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico. Esta Región posee una superficie de 75.573,3 km<sup>2</sup> y limita con la Región de Coquimbo por el sur, con la región de Antofagasta por el norte.

La división político - administrativa regional, está constituida por tres provincias: Chañaral, Copiapó y Huasco reuniendo un total de nueve comunas Chañaral, Diego de Almagro, Caldera, Copiapó, Tierra Amarilla, Huasco, Vallenar, Freirían y Alto del Carmen. La capital regional es la ciudad de Copiapó ubicada en la provincia homónima.

<sup>1</sup> Registro de Datos Censo 1982 - 1992 – 2002, INE

Según antecedentes entregados por el Censo del 2002<sup>2</sup> la Región de Atacama presenta una población de 254.336 habitantes, correspondiente –aproximadamente- al 1,68% de la población total del país, que para el mismo año fue de 15.116.435 habitantes. La densidad poblacional regional es de 3,4 hab/km<sup>2</sup>.

### ***Distribución de Población en Asentamientos Urbano-Rural***

En cuanto a la distribución de población en asentamientos urbano – rurales, la Región de Atacama cuenta al año 2002, con un total de 232.619 habitantes en asentamientos urbanos, mientras que sólo 21.717 habitantes pertenecen a sectores rurales, lo que arroja un índice de ruralidad de 9,3. En las **Tabla 5.3-1** y **Tabla 5.3-2**, se presentan el detalle de la información indicada anteriormente.

**Tabla 5.3-1  
Distribución de Población en Asentamientos Urbano-Rural  
Región de Atacama, Censo 1992-2002**

<b>Antecedentes</b>	<b>Región de Atacama</b>	
	<b>Año 1992</b>	<b>Año 2002</b>
Población Total	230.873	254.336
Superficie (Km <sup>2</sup> )	75.573,3	75.573,3
Densidad (hab/km <sup>2</sup> )	3,05	3,1
Hombres	117.735	129.147
Mujeres	113.038	125.189
Índice de Masculinidad (IM)	104,24	103,16
Urbana	208.960	232.619
Rural	21.913	21.717

**Tabla 5.3-2  
Distribución de Población por Grupos Etáreos  
Región de Atacama, Censo 1992-2002**

<b>Antecedentes</b>	<b>Región de Atacama</b>	
	<b>Año 1992</b>	<b>Año 2002</b>
<b><i>Distribución Etárea</i></b>		
0 – 4 años	-	21.498
5 – 14 años	-	50.635
15 – 24 años	-	39.995
25 – 34 años	-	39.751
35 – 44 años		40.515
45 – 54 años	-	27.422
55 – 64 años	-	17.089
65 años y más	-	17.431

Fuente: Elaboración Propia en base al Censo de Población y Vivienda INE 2002.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Estadísticas. Censo Nacional de Población y Vivienda 2002.



### ***Antecedentes Económicos***

La economía regional ha mostrado un importante dinamismo a partir de la década de los 80, donde el Producto Interno Bruto Regional (PIRB) representaba menos del 2% del Producto Interno Bruto Nacional (PIBN). El PIRB ha crecido durante los últimos 15 años a una tasa de 4,5% anual, superando el promedio nacional de 3%. Los sectores que experimentaron un mayor crecimiento corresponden a la minería (12,4%), servicios financieros (16,6%), comercio (10,9%), construcción (6,0) y transporte (14,5%).

La Región de Atacama en el primer trimestre del año 2007 continúa presentando señales positivas de expansión económica. En efecto, en el trimestre enero-marzo de 2007, en comparación con igual trimestre del año anterior, Atacama presentó un importante incremento en su actividad económica de 8,8%, siendo la Región con el mayor crecimiento a nivel nacional. Las exportaciones alcanzaron una cifra histórica, y el empleo regional tuvo un moderado crecimiento respecto a enero-marzo de 2006. Los sectores económicos que evolucionaron positivamente en el INACER enero-marzo de 2007, en relación a igual trimestre del año anterior, en orden de mayor a menor variación, fueron: Pesca; Construcción; Comercio; Servicios Financieros; Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones; Electricidad y Gas.

La Región cuenta con una población de 15 años o más de 182.203 habitantes y económicamente activa corresponde a 96.039 habitantes, lo que representa un 37,76% de la población total regional. Del total de la población económicamente activa un 84,68% se encuentran ocupados, un 13,19% se encuentra cesante y 2,1% se encuentra buscando trabajo por primera vez.

Esta situación determina que la Región de Atacama se caracteriza por tener su población de 15 años o más, concentrada en el sector económico terciario con un 60,74% de la población ocupada, el que incluye las actividades comerciales por mayor y menor, restaurantes y hoteles así como también las de transporte, almacenamiento y comunicaciones, entre otras.(ver **Tabla 5.3-3**).

**Tabla 5.3-3**  
**Población de 15 Años o más Ocupada, por Rama de Actividad Económica**  
**Región de Atacama al Año 2002**

Rama de Actividad Económica	Región de Atacama	
	Población de 15 años o más ocupada	%
<b>Pob. Total 15 años o más ocupada</b>	<b>81.331</b>	<b>100</b>
<b>SECTOR PRIMARIO</b>	<b>19.448</b>	<b>23,91</b>
Agric., Ganad., Caza y Silv.	7.787	9,57
Pesca	1.997	2,46
Exp. minas y canteras	9.664	11,88
<b>SECTOR SECUNDARIO</b>	<b>12.481</b>	<b>15,35</b>
Industria manufacturera	5.001	6,15
Suministro de electricidad, gas y agua	713	0,88
Construcción	6.767	8,32
<b>SECTOR TERCIARIO</b>	<b>49.402</b>	<b>60,74</b>
Comercio (mayor y menor), Reparación de vehículos automotores, motocicletas, artefactos personales y enceres doméstico	14.196	17,45
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5.774	7,10
Intermediación financiera	888	1,09
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	7.445	9,15
Admin. Pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	4.124	5,07
Enseñanza	5.704	7,01
Servicio social y salud	2.728	3,35
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	3.097	3,81
Hogares privados con servicio doméstico	3.172	3,90
Organización y órganos extraterritoriales	26	0,03
Hoteles y restaurantes	2.247	2,76
Ignorado	1	0,00

En cuanto a las categorías de ocupación en las que se distribuye la población de 15 años o más, los datos censales (Censo del 2002) indican que de un total de 81.331 habitantes están en condición de ocupados, el mayor grupo se concentra en los Trabajadores no calificados, con un 17,8%, seguido de los Técnicos y Profesionales de Nivel Medio con un 14,2%. En la **Tabla 5.3-4** se muestra la distribución de la población de 15 años o más ocupada, según grupos de ocupación determinados por el INE.

**Tabla 5.3-4**  
**Población de 15 Años o más Ocupada, Por Grupos de Ocupación**  
**Región de Atacama al Año 2002**

Grupos de Ocupación	Región	
	Nº	%
<b>Total Población ocupada de 15 años o más</b>	<b>81.331</b>	<b>100</b>
Miembros del poder ejecutivo y cuerpo legislativo y personal directivo de la administración pública y empresas	3.984	4,9
Profesionales científicos e intelectuales	7.201	8,9
Técnicos y profesionales de nivel medio	11.537	14,2
Empleados de oficina	4.980	6,1
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	8.427	10,4
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros	5.204	6,4
Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y otros oficios	11.091	13,6
Operadores de instalaciones, maquinarias y montadores	8.777	10,8
Trabajadores no calificados	14.492	17,8
Fuerzas armadas	526	0,6
Ignorada	5.112	6,3

### ***Niveles de Pobreza***

De acuerdo a los antecedentes entregados por la Encuesta CASEN 2006 (MIDEPLAN), de un universo de 264.075 (100%), un 10,5% de la población se encuentra en condiciones de pobreza, de los cuales un 2,8% es indigente, un 7,7% es pobre no indigente, y un 89,5% se encuentra en condición de No Pobre (**Tabla 5.3-5**).

**Tabla 5.3-5**  
**Distribución de la Población Regional, según Línea de Pobreza, al Año 2006**

Línea de Pobreza	Región	%
<b>Total</b>	264.075	100
Indigente	7.372	2,8
Pobre no indigente	20.304	7,7
No pobre	236.399	89,5

Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta CASEN 2006, MIDEPLAN.

### **Nivel de Análisis Comunal: Comuna de Caldera**

La comuna de Caldera ocupa una superficie de 4.667 km<sup>2</sup> con una densidad de 2,9 hab./km<sup>2</sup>. Es la segunda comuna con más superficie de la provincia, y la cuarta a nivel regional.

Al año 2002, la comuna concentraba una población de 13.734 habitantes, que representan el 5,4% del total regional, con un 98,6% de población urbana y 1,4% de población rural. Pertenece a la Provincia de Copiapó teniendo el segundo lugar en jerarquía de acuerdo a su población.

Comparando las cifras poblacionales de los años 1992 y 2002, la comuna de Caldera ha tenido un crecimiento de 1.673 habitantes, lo que implica un crecimiento de un 12,2% para el período intercensal.

### ***Distribución de la Población***

De acuerdo a los antecedentes del Censo 2002, la Comuna de Caldera, al igual que la región, se encuentra habitada mayoritariamente por hombres, con una población de 7.237, mientras que la población femenina es de 6.497, arrojando un Índice de Masculinidad de 111,4 (por cada 100 hombres hay 111 mujeres) lo que se encuentra por sobre el promedio del País (98,1). Ver **Tabla 5.3-6**.

**Tabla 5.3-6  
Distribución de la Población por Sexo y Edad,  
Comuna de Caldera, Censo 1992 - 2002**

<b>Antecedentes</b>	<b>Comuna de Caldera</b>	
	<b>Año 1992</b>	<b>Año 2002</b>
Población Total	12.061	13.734
Superficie (Km <sup>2</sup> )*	4.667	4.667
Densidad (hab./km <sup>2</sup> )	2,6	2,9
Hombres	6.378	7.237
Mujeres	5.683	6.497
Índice de Masculinidad (IM)	112,2	111,4
Urbana	11.741	13.540
Rural	320	194

Al igual que la región, la comuna de Caldera concentra su población en el grupo etáreo entre los 5 a 14 años de edad, con un total de 2.803 habitantes, que representan el 20,4% del total de población comunal, seguida por el grupo etáreo de los mayores de 15-24 años, (ver **Tabla 5.3-7**).

**Tabla 5.3-7**  
**Distribución de la Población por Grupo Etárea**  
**Comuna de Caldera, Censo 2002**

<i>Distribución Etárea</i>	
0 – 4 años	1.180
5 – 14 años	<b>2.803</b>
15 – 24 años	2.376
25 – 34 años	2.006
35 – 44 años	2.223
45 – 54 años	1.457
55 – 64 años	822
65 años y más	867

Fuente: Elaboración propia en base al Censo de Población y Vivienda (Cuadro 1.2, INE 2002)

### ***Estructura Urbano-Rural***

La comuna de Caldera cuenta con asentamientos tanto rurales como urbanos, de los cuales 13.540 habitantes son urbanos (98,6%), mientras que 194 es rural (1,4%).

### ***Antecedentes Económicos***

#### ***Población Económicamente Activa***

La comuna de Caldera tiene una población de 15 años o más de 9.751 personas (70,99% respecto al total de población comunal), de las cuales 5.345 personas se encuentran económicamente activas. Del total de la población económicamente activa, 4.604 personas se encuentran ocupadas (86,1%), 652 personas se encuentran cesantes (12,2%) y 89 personas (1,7%) buscan trabajo por primera vez (ver **Tabla 5.3-8**).

**Tabla 5.3-8**  
**Población de 15 Años y más según Condición de Actividad y Tasa de Participación,**  
**Comuna de Caldera**

Antecedentes Poblacionales	Comuna de Caldera		
	Total	Hombres	Mujeres
<b><i>Población Económicamente Activa</i></b>			
<b>Población de 15 años o más</b>	9.751	5.220	4.531
Total PEA	5.345	3.716	1.629
Ocupados	4.604	3.216	1.388
Cesantes	652	453	199
Buscan trabajo por 1ª vez	89	47	42
<b><i>Población No Económicamente Activa</i></b>			
Total	166	79	87
Quehaceres de su hogar	33	1	32
Estudiando	5	2	3
Jubilado o rentista	67	46	21
Incapacitado permanente para trabajar.	35	20	15
Otra situación	26	10	16
Tasa de Participación (%)	98,3	98,5	98,0

Fuente: Elaboración propia en base al censo de Población y Vivienda (cuadro 8.1, INE 2002)

Tal como se dijo anteriormente, la población de 15 años o más ocupada en la comuna de Caldera corresponde a 4.604 personas al año 2002, de la cual el mayor porcentaje se concentra en el Sector Económico Primario, en particular a la pesca con un 25,4%, seguido por comercio (mayor y menor), reparación de vehículos automotores, motocicletas, artefactos personales y enceres domésticos con un 15,3%; tal como se muestra en la **Tabla 5.3-9**, la cual presenta el detalle de la distribución de la población por rama de actividad económica, en la comuna de Caldera.

**Tabla 5.3-9**  
**Población de 15 Años o Más Ocupada, por Rama de Actividad Económica**  
**Comuna de Caldera, al Año 2002**

Rama de Actividad Económica	Comuna de Caldera	
	Población de 15 años o más ocupada	%
<b>Pob. Total 15 años o más ocupada</b>	<b>4.604</b>	<b>100</b>
<b>SECTOR PRIMARIO</b>		
Agric., Ganad., Caza y Silv.	167	3,6
Pesca	1.169	<b>25,4</b>
Exp. minas y canteras	119	2,6
<b>SECTOR SECUNDARIO</b>		
Industria manufacturera	409	8,8
Suministro de electricidad, gas y agua	30	0,7
Construcción	314	6,8
<b>SECTOR TERCIARIO</b>		
Comercio (mayor y menor), Reparación de vehículos automotores, motocicletas, artefactos personales y enceres doméstico	705	15,3
Hoteles y restaurantes	174	3,8
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	284	6,2
Intermediación financiera	25	0,6
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	304	6,6
Adminis. Pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	261	5,6
Enseñanza	270	5,9
Servicio social y salud	82	1,8
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	151	3,3
Hogares privados con servicio doméstico	140	3,0
Organización y órganos extraterritoriales	0	

Fuente: Elaboración propia en base al censo de Población y Vivienda (cuadro 8.2, INE 2002)

En cuanto a las categorías de ocupación en las que se distribuye la población de 15 años o más en la comuna, el Censo del 2002 indicó que de un total de 4.604 habitantes en esta condición, el mayor grupo se concentra en los Trabajadores no calificados, con un 20,1%, seguido de agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros, esto si visualiza en la **Tabla 5.3-10** muestra la distribución de la población de 15 años o más ocupada en la comuna, según grupos de ocupación determinados por el INE.

**Tabla 5.3-10**  
**Población de 15 Años o más Ocupada, Por Grupos de Ocupación**  
**Comuna de Caldera al Año 2002**

Grupos de Ocupación	Comuna	
	Nº	%
<b>Total Población ocupada de 15 años o más</b>	<b>4.604</b>	<b>100</b>
Miembros del poder ejecutivo y cuerpo legislativo y personal directivo de la administración pública y empresas	329	7,1
Profesionales científicos e intelectuales	260	5,6
Técnicos y profesionales de nivel medio	537	11,7
Empleados de oficina	247	5,4
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	495	10,8
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros	595	12,9
Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y otros oficios	517	11,2
Operadores de instalaciones, maquinarias y montadores	393	8,5
Trabajadores no calificados	922	<b>20,1</b>
Fuerzas armadas	19	0,4
Ignorada	290	6,3

Fuente: Elaboración propia en base al censo de Población y Vivienda (cuadro 8.3, INE 2002)

### **Niveles de Pobreza**

De acuerdo a los antecedentes entregados por la Encuesta CASEN 2006 (MIDEPLAN), la comuna de Caldera cuenta con una población en categoría de pobreza de 1.950 personas, lo que representa un 14,2% a nivel comunal. Del total de población, un 4,6% es indigente, un 9,6% es pobre no indigente, y un 85,8% se encuentra en condición de No Pobre. La **Tabla 5.3-11** muestra el detalle de la línea de pobreza a nivel comunal, al año 2006.

**Tabla 5.3-11**  
**Distribución de la Población Comunal, Según Línea de Pobreza, al Año 2006**

Línea de Pobreza	Comuna	%
<b>Total</b>	<b>13.734</b>	<b>100</b>
<b>Total Pobre</b>	1.950	14,2
Indigente	632	4,6
Pobre No Indigente	1.318	9,6
<b>No Pobre</b>	11.784	85,8

Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta CASEN 2006, Mideplan.

### **Nivel de Análisis Local**

La ciudad de Caldera se localiza a 75 Km. al NW de Copiapó, comuna de Caldera, Provincia de Copiapó, Región de Atacama. Esta ciudad fundada oficialmente en 1852, naciendo al alero de la minería. Su puerto sirvió para exportar la plata que salía del mineral de Chañarcillo y fue el segundo Terminal del país más importante hasta 1870. Además esta ciudad participo del primer recorrido ferroviario en 1851, con la locomotora "La Copiapó" de esta manera constituyéndose en la puerta de entrada a la región.



La ciudad de Caldera con una superficie de 4.677 km<sup>2</sup>, se encuentra emplazada dentro de tres bahías interconectadas que corresponde a playa Mansa, playa Brava y playa Loreto, con una población de 14.719 habitantes al año 2008, que corresponde a 6.291 hombres con un 43% y 7.798 lo que representa al 53% de la población de Caldera<sup>3</sup>. El Índice de Masculinidad (IM) es del 123,9, es decir, por cada 100 hombres hay 124 mujeres.

### ***Antecedentes Económicos***

Las principales actividades de la ciudad de Caldera corresponde a la pesca y la minería, siendo esta última un importante foco de absorción de fuerza laboral, que corresponde al embarque de mineral que se desarrolla en el Puerto limpio Mecanizado de Minería Candelaria, el embarque de una pequeña parte de uva del valle de Copiapó y la acuicultura y sus actividades de investigación y desarrollo de cultivos marinos, importante polo de desarrollo local.

El desarrollo pesquero en Caldera esta representado por una variedad de actividades que representan un importante foco de absorción de mano de obra. Por un lado es la pesca artesanal, el cual genera trabajo a pescadores no solo de la misma Caldera, principalmente en el muelle de pasajeros sino también en pequeñas caletas cercanas. La pesca industrial es favorecida por la alta demanda de las empresas harineras de pescado, que adquieren los productos extraídos del mar para procesarlos y su posterior venta en Chile y el extranjero.

En lo que respecta al sector acuícola, este ha tenido un desarrollo sostenido en los últimos años. El desarrollo de esta actividad, debe su origen a empresas que comenzaron a trabajar en la fabricación de ostiones y avalones, los que son muy cotizados por los mercados internacionales. También es importante la inversión en investigación que se realiza para agregar nuevos cultivos y aumentar las posibilidad de exportación en el puerto de Caldera.

Otra importante actividad económica en Caldera es el turismo, aunque los antecedentes disponibles son escasos. Si bien SERNATUR de la Región de Atacama ha realizado un importante trabajo en la identificación, clasificación y evaluación de los atractivos turísticos comunales, no se dispone de estadísticas de los turistas que la visitan anualmente y de las características de éstos, ni tampoco se dispone de información sobre el empleo permanente y temporal que demanda, los ingresos que genera y el impacto sobre el comercio y otros servicios en la ciudad de Caldera.

De acuerdo a SERNATUR en la comuna de Caldera, las playas Copiapina y Brava tienen categoría 1, es decir, atractivo con algún rasgo llamativo, capaz de interesar a visitantes de larga distancia del mercado interno o externo que hubiesen llegado a su zona por otras motivaciones turísticas.

---

<sup>3</sup> Información proporcionada por la I.M. Caldera.

### **5.3.1.5 Conclusión**

El área de emplazamiento del Proyecto se encuentra a 2,5 km al norte de la ciudad de Caldera medidos en línea recta. Esta área se encuentra desprovista de población, corresponden a terrenos baldíos sin ningún tipo de urbanización. Las viviendas más próximas al área de emplazamiento del Proyecto se ubica al SE, esto es alrededor de 1.500 m. El desarrollo del Proyecto generará un importante foco de absorción de mano de obra.

## **5.3.2 Uso de Suelo y Planificación Territorial**

### **5.3.2.1 Introducción**

En esta sección, se describe y caracteriza el uso actual del suelo donde se emplaza el área del Proyecto de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial que lo regulan.

### **5.3.2.2 Objetivo**

Describir los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) existentes en el área del Proyecto.

### **5.3.2.3 Metodología**

Revisión de los Instrumentos de Planificación Territorial existentes en el área del Proyecto y análisis técnico-jurídico de la aplicación de los IPT existentes en el área del Proyecto.

### **5.3.2.4 Resultados**

En el área de interés considerada para la ejecución del Proyecto, se encuentran vigentes los siguientes IPT:

- a) Plan Regulador Intercomunal de las comunas costeras de Atacama Freirina – Huasco-Copiapó- Caldera – Chañaral (PRICOST)<sup>4</sup>.
- b) Plan Regulador Comunal de Caldera año 1991<sup>5</sup>.

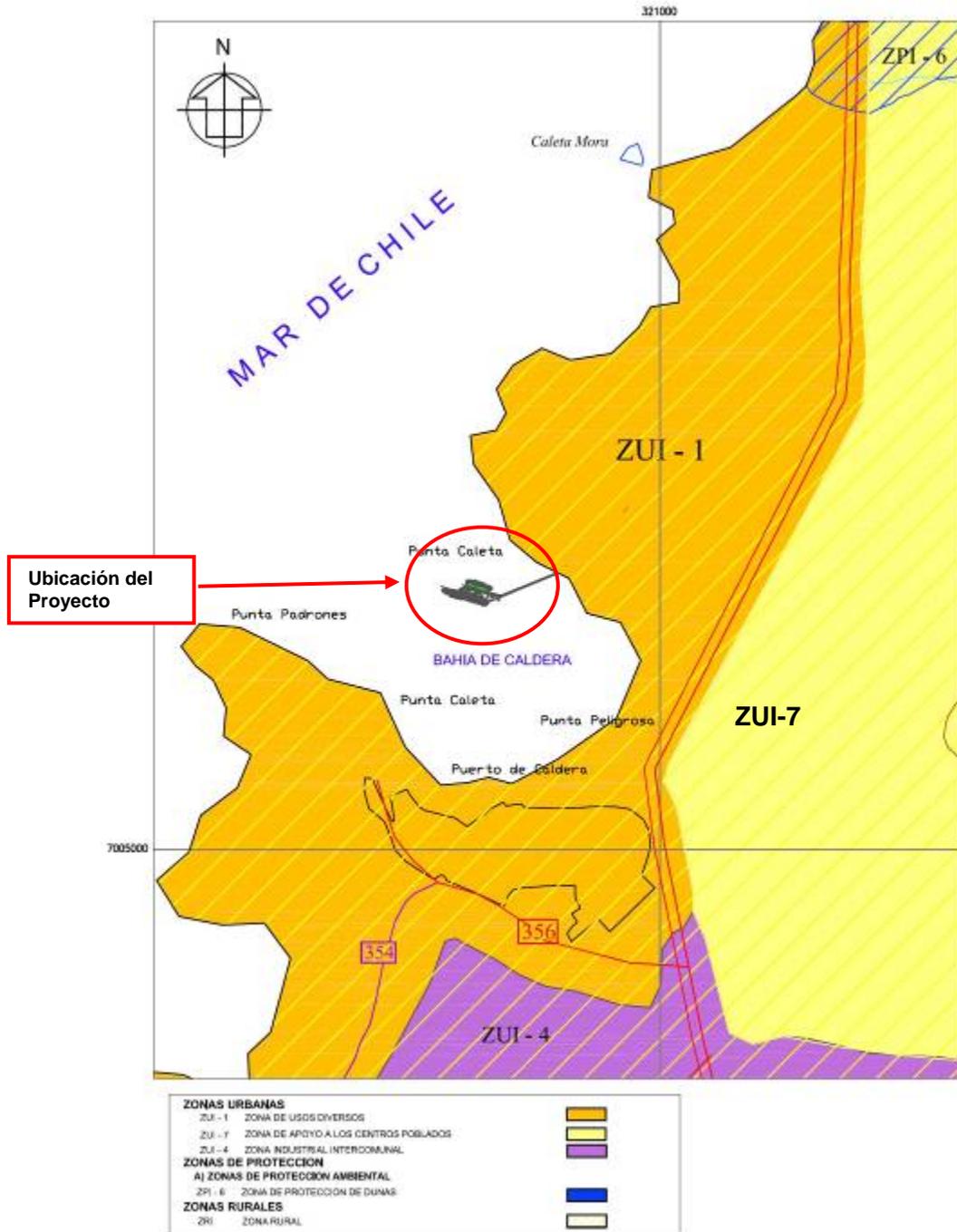
### **Plan Regulador Intercomunal de las comunas costeras de Atacama Freirina – Huasco-Copiapó- Caldera – Chañaral**

Parte del área del Proyecto se emplaza, de acuerdo a la zonificación del PRICOST, en un **Área Urbana**, específicamente en una **Zona ZUI-1**, la cual corresponde a una **Zona de Usos Diversos**, Ver **Figura 5.3-1**.

<sup>4</sup> Promulgado por Resolución N°5 del Gobierno Regional de Atacama, de fecha 02 de Abril de 2001 y publicado en el D.O. el 14 de diciembre 1991

<sup>5</sup> Aprobado por Decreto alcaldicio N°18 y cuya fecha de promulgación del 20 de Noviembre de 1991 y de publicación en el D.O. del 14 de diciembre de 1991.

**Figura 5.3-1**  
**Ubicación del Proyecto en el PRICOST**





El artículo 29 de la Ordenanza del PRICOST, que regula la zona que interesa para el Proyecto Portuario, expresa lo siguiente: “*Las condiciones de desarrollo urbano para esta zona son las que se establecen en los respectivos **Planes reguladores comunales vigentes** y aquellos que se aprueben a futuro.*”

**Análisis de compatibilidad de las Zonas del PRICOST relacionadas con el emplazamiento del Proyecto Portuario:**

De acuerdo a lo establecido en el artículo 29 de la Ordenanza del PRICOST, citado precedentemente, las condiciones de desarrollo urbano de la Zona ZUI-1, son las establecidas -para el área que abarca dicha zona- en el Plan Regulador Comunal de Caldera vigente o las que se establezcan en un futuro Plan Regulador Comunal de Caldera que sea aprobado modificando el actual.

En este sentido, el PRICOST no condiciona la realización del Proyecto más allá de las condiciones de desarrollo de las zonas establecidas en el Plan Regulador de Caldera. En efecto, las modificaciones que se realicen al Plan Regulador de Caldera se entenderán incorporadas el PRICOST, en lo concerniente a la Zona ZUI-1.

**Plan Regulador de Caldera**

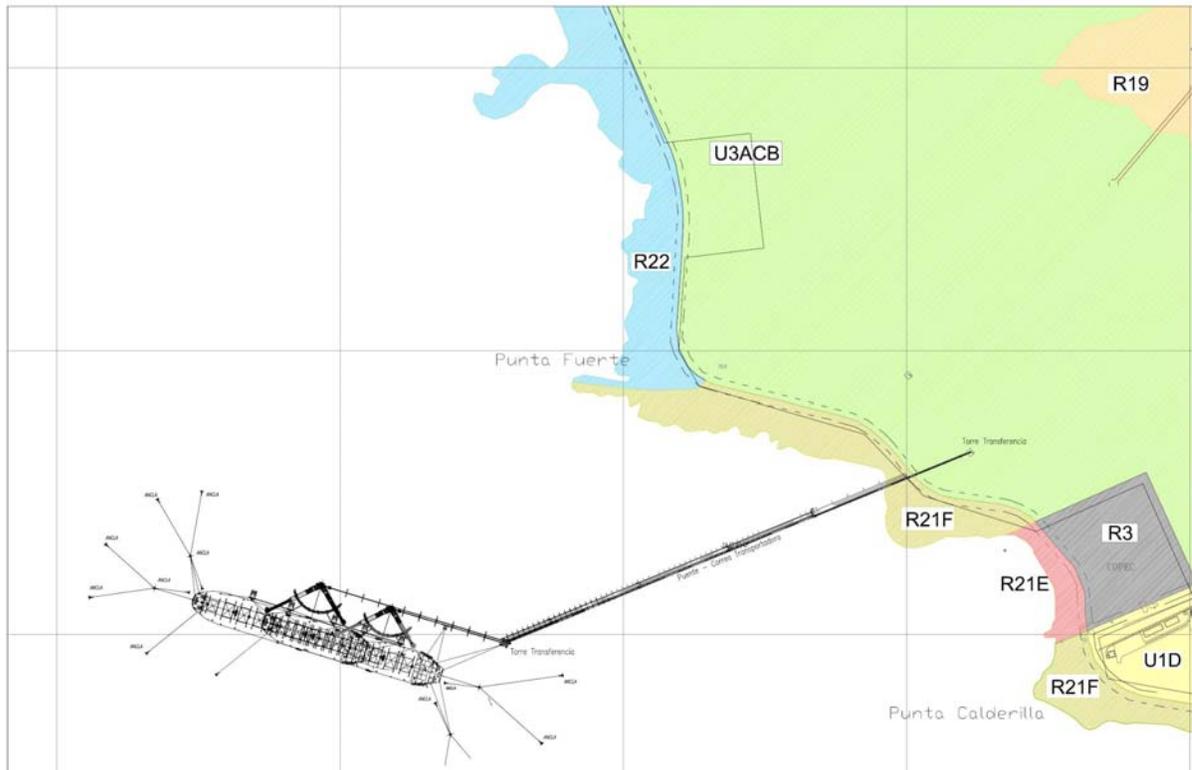
El Proyecto de desarrollo portuario que desea impulsar, abarca una superficie que se emplaza principalmente en la Zonas R21F del PRC Caldera, la cual están referida a los siguientes usos:

**Zona Especial - R21 F:** *En esta zona se permite usos para cañerías, ductos, varaderos, astilleros, embarcaderos, atracaderos y rampas. Por otra parte prohíbe todos los usos no indicados como permitidos, especialmente actividades productivas de todo tipo.*

La **Zona R21F** (Zona Especial) permite cañerías, ductos, varaderos, astilleros, embarcaderos, atracaderos y rampas por lo que bajo este contexto, dicha zona del PRC de Caldera permitiría la instalación de un puerto.

En la Figura 5.3-2 se muestra la zona anteriormente descrita, la cual corresponde a la zona donde se propone emplazar el Proyecto.

**Figura 5.3-2**  
**Ubicación del Proyecto en el PRC Caldera**



#### 5.3.2.4.1 Conclusiones

El análisis de los dos instrumentos de planificación territorial vigentes, que contienen las disposiciones concernientes a los usos permitidos y prohibidos para la zona en la cual se plantea el emplazamiento del Proyecto, permite concluir lo siguiente:

- Respecto del Plan Regulador Comunal de Caldera, la actual zonificación y sus regulaciones, entendiéndose usos permitidos y usos prohibidos, permite el emplazamiento de todo el Proyecto en el área prevista, la cual corresponde a la Zona R21F, zona que permite *embarcaderos, atracaderos, rampas, astilleros, varaderos, cañerías y ductos*. No indica que se permitan obras portuarias o puertos.



- Respecto del Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama (PRICOST), la Zona ZUI-1 -en arreglo al artículo 29 del referido Plan- no condiciona la realización del Proyecto, por cuanto indica que las condiciones de desarrollo urbano para dicha zona específica, serán las que establezca -para la aludida zona- el respectivo Plan Regulador Comunal de Caldera vigente o futuro.

### **5.3.3 Patrimonio Cultural**

#### **5.3.3.1 Introducción**

La definición de la Línea de Base Arqueológica y de Patrimonio Cultural para la construcción del Proyecto localizado aproximadamente a 2,5 km al norte de la ciudad de Caldera medidos en línea recta, en el sector de Punta Fuerte, Región de Atacama, se caracteriza por la presencia de actividades industriales en el área directamente asociada al proyecto (ej. planta de petróleo, pesquera, criadero de abalones).

En términos patrimoniales, esta zona es conocida por los hallazgos paleontológicos y arqueológicos, los cuales han sido afectados negativamente por la actividad turística de la zona (saqueo). Las áreas de costa de la Región de Atacama han sido sólo parcialmente estudiadas desde el punto de vista de la prehistoria, siendo el valle y zonas precordilleranas de Copiapó las más investigadas. No obstante esta primera delimitación cronológico-cultural de las manifestaciones arqueológicas, falta efectuar estudios en profundidad de estos fenómenos y su relación con los procesos y contextos culturales ocurridos en las áreas vecinas (ej. área de San Pedro de Atacama).

Los trabajos de prospección arqueológica los realizó un equipo compuesto por dos personas, entre el 27 y 29 de mayo de 2008 (Ver **Anexo 5.3-1**). Ésta permite la puesta en valor de los sitios inmediatamente asociados al área del proyecto, reconocidos en esta prospección y de aquellos que han sido anteriormente documentados por diversas investigaciones que se encuentran ubicados en zonas cercanas al proyecto.

El marco legal que rige estos trabajos de prospección arqueológica, está definido en primer lugar por la Constitución de la República, que en su artículo 19, N° 10 garantiza la protección e incremento del patrimonio cultural de la nación. Por su parte, la ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales establece en su artículo 21 que “los monumentos arqueológicos sean sitios, estructuras, u objetos, son monumentos nacionales sin declaración previa”. A lo anterior, hay que sumar modificaciones hechas a este cuerpo legal –específicamente con relación a las penas por destrucción del patrimonio- por medio de la ley 20.021.

Finalmente, la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente en su artículo 1, letra K define el impacto ambiental como “la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada”. Esta misma ley incluye en el Título 2, Párrafo 2º, artículo 10, letra f) a los “puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos” como “proyecto o actividad susceptible de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases”.

### **5.3.3.2 Objetivos**

La presente prospección arqueológica contempló los siguientes objetivos:

- a) Identificar y documentar los sitios arqueológicos o patrimoniales emplazados en el área de estudio.
- b) Identificar y documentar áreas de riesgo de impacto sobre los sitios y/o elementos arqueológicos o patrimoniales.
- c) Definir medidas de mitigación y/o compensación del impacto patrimonial de la construcción del puerto minero propuesto.

Los objetivos enumerados fueron cubiertos por medio de la prospección de la superficie del área de trabajo. A partir de esto se debe tener presente:

- a) Los resultados del presente estudio se refieren sólo a la detección superficial de sitios y áreas de riesgo asociados. Por ello, estos resultados no dan cuenta de la depositación arqueológica subsuperficial, la cual podría ser potencialmente afectada por las obras de construcción propuestas.
- b) Los resultados del presente estudio no dan cuenta de los lugares de extracción de áridos, ni de los botaderos, ni tampoco de los sectores donde se instalarán campamentos para los trabajos de construcción del puerto, ya que a la fecha de realizada esta etapa de prospección éstos aún no se definían. Esta información es de vital importancia considerando la cantidad y densidad de sitios arqueológicos conocidos en la Región de Atacama y específicamente para la costa de Caldera; lo anterior a pesar de la escasez de estudios arqueológicos sistemáticos en el área. Así, una vez definidos los sectores antes descritos se deberá realizar una prospección arqueológica de los mismos a fin de descartar posibles alteraciones a sitios con valor arqueológico, antropológico, paleontológico y/o histórico.
- c) Los resultados del presente estudio se basan en el área del proyecto proporcionado por ARCADIS S.A. a través de cartografía escala 1:4.000 (coordenadas UTM en metros, Datum WGS 84, Huso 19J, Elipsoide GRS 80). Por ello, los resultados del presente estudio sólo dan cuenta del área de trabajo definida por este trazado. Cualquier alteración de éste hasta la etapa de construcción, no está cubierta por el presente estudio.

### **5.3.3.3 Metodología**

La identificación y documentación de los sitios arqueológicos y/o patrimoniales emplazados en el área de estudio se basó en una prospección arqueológica sistemática del área de estudio a través de una combinación de medios pedestres y vehiculares. Como hemos señalado, el terreno estudiado se ubica en el borde costero inmediatamente al norte de la ciudad de Caldera y presenta alturas que fluctúan entre 5 y 60 m.s.n.m.

En términos geomorfológicos, el área de estudio presenta una hiperaridez, característica del Desierto de Atacama donde se inserta. La vegetación es escasa, correspondiendo principalmente a especies arbustivas de reducido tamaño.

Finalmente, la metodología en gabinete contempló una revisión de las fuentes documentales pertinentes.

#### **5.3.3.4 Antecedentes**

##### **Antecedentes Arqueológicos Generales**

A continuación se reseña la prehistoria de la zona de acuerdo a lo señalado previamente por Reyes y Contreras (2006):

El litoral de la Región de Atacama ha tenido ocupación humana desde milenios, mostrando a la vez un tipo de desarrollo particular caracterizado principalmente por su gran variabilidad en relación a lo que sucedía en los valles del interior. Esta se complementaba con una presencia de elementos y tradiciones culturales tanto de las zonas del norte grande, como de más al sur, del norte chico. En relación a los períodos cronológico-culturales, para la zona tenemos los siguientes:

##### ***Período Arcaico (9.000 a.C – 100 a.C):***

Este período corresponde a la primera adaptación local de grupos cazadores recolectores a la especificidad de los ambientes del continente, luego del poblamiento inicial americano. El modo de vida predominante es la caza y recolección, en donde la subsistencia orientada a la obtención de productos terrestres, fue poco a poco adaptándose al medio marítimo, con el fin de lograr un mejor aprovechamiento del medio. Tal proceso se puede dividir en tres etapas:

La conquista de la dimensión longitudinal: que hace referencia a la obtención de los recursos inmediatamente cercanos a la costa.

La conquista de la dimensión batitudinal o de la profundidad: orientada al acceso de recursos marinos de profundidad con el uso del anzuelo.

La conquista de la dimensión latitudinal: en donde se tiene acceso a los recursos de alta mar gracias a la utilización de navegación (Llagostera, 1989).

Arcaico temprano 9.000 a.C – 4.000 a.C. (Complejo Huentelauquén): lo que caracterizaría a esta cultura estaría dado por la presencia de artefactos de molienda, morteros y manos de moler, raspadores, raederas, hojas, puntas lanceoladas y pedunculadas. No obstante lo más característico de esta cultura son los “litos geométricos”, o artefactos de piedra con formas geométricas, de tres lados (triángulos), hasta círculos con muescas de 22 lados. Su presencia estaría ligada a los aspectos rituales de la cultura, básicamente por carecer de elementos que nos hablen de otro tipo de funcionalidad.



La cultura Huentelauquén correspondería a grupos con movilidad estacional (transhumantes), que se desplazarían desde la costa del Pacífico hasta la falda oriental andina. En la costa de Atacama se habrían especializado en la caza de mamíferos terrestres y en la recolección de frutos, además de recursos marinos del área litoral.

Las características de los sitios Huentelauquén en la costa de Atacama presentan una extensión promedio de 300 por 200 m, siendo el sitio Obispo 1 (NE de la caleta Obispito y a unos 7 Km. al sur del balneario Flamenco) el mayor, con una extensión de 1.500 metros cuadrados (Cervellino et al, 1997).

Arcaico Medio y Tardío. (Cultura anzuelo de Concha): Producto de un cambio climático más cálido y seco que afectó los recursos, se estimuló a los habitantes de la costa a desarrollar nuevas tecnologías con el fin de mejorar la obtención de los mismos. Así, surge más al norte (en Arica), la innovación tecnológica conocida como anzuelo de concha. Aún cuando existe un lapso entre las poblaciones Huentelauquén y las del arcaico medio, se presume que esta tecnología debió llegar desde el norte vía costera. Los yacimientos detectados en la costa de Atacama son: Chañaral de Aceituno, Puerto Guacolda, Bahía Carrizal, Bahía Maldonado, Puerto de Caldera y Pan de Azúcar, los cuales pueden ser correlacionados con el gran sitio las Conchas en Taltal.

Entre la materialidad Huentelauquén podemos encontrar anzuelos confeccionados de choro zapato, pesas líticas para la pesca, puntas de proyectil de pequeño tamaño, cuentas de collar, percutores, pucos de piedra, grandes cuchillos líticos, etc. (Cervellino, 1998)

### ***Período temprano:***

Se vincula con el desarrollo del Complejo Cultural El Molle, que ocupó una vasta extensión desde el río Salado por el norte hasta el Choapa por el sur. Se tiene información de que estaría presente inclusive en la falda oriental de los Andes (San Juan - Argentina). El Complejo El Molle comprende así buena parte de lo que hoy conocemos como las regiones de Atacama y Coquimbo, presentando manifestaciones distintas en cada valle, con una cerámica en general sin asa.

En el valle de Copiapó se ha identificado al Complejo El Molle como un grupo gregario y agrupado en aldeas aglutinadas (El Torín, Cabra Atada, Carrizalillo Chico). En estos lugares los habitantes del Molle viven con sus muertos, presentándose en gran cantidad lo que conocemos como túmulos funerarios, en donde es posible apreciar una jerarquía social observable a través del ajuar y la energía invertida en el entierro. En la zona de Copiapó hay estructuras habitacionales asociadas a entierros, pero desde el Elqui al sur, existe sólo una construcción defensiva en el sitio La Fortaleza. Los entierros en Copiapó y Huasco son en montículos de tierra (túmulos), con una fosa cónica subterránea que alberga varios individuos cubiertos por piedras y esteras de madera, rodeados por ofrendas cerámicas y metálicas. Del Elqui al sur, los entierros sólo están señalizados por ruedos de piedras. De Huasco al sur, hay en el interior petroglifos que se han clasificado como los estilos La Silla (del Elqui al norte) con camélidos y personajes de tocado radiado, y Limarí (sitio tipo Quebrada del encanto) con rostros de forma humana (antropomorfos).



La recolección de frutos de chañar y de pimienta entre otros, se complementaría con la actividad agrícola, que sería evidente a partir del registro de palas y azadones de piedra, utilizando además regadío artificial desde los ríos. Así fue posible obtener diversos tipos de curcubitáceas (calabazas), maíz y quínoa. Otro tipo de actividades identificadas son el trabajo del mineral a través del martillado, la explotación de camélidos y el uso de la pipa en forma de T invertida (para consumo de algún psicotrópico). Se supone que domesticaron camélidos por la evidencia de lana y torteras de cerámica (sitio Saturno), pero también hay evidencias de caza, con puntas líticas pedunculadas.

No está de más decir que investigaciones para la costa, al menos para el valle del Copiapó, no se han realizado. De ahí la necesidad de comenzar con investigaciones sistemáticas que ayuden a caracterizar la zona. En todo caso, hay muy pocas evidencias marítimas en sitios del interior y sólo en la zona de Illapel, Caleta Arrayán y Quebrada del Encanto se encuentran sitios de conchales con ocupaciones cortas, pero muy reiteradas (Niemeyer 1998).

### ***Período Medio:***

El Período Medio en el Norte Chico, se define entre el 700 y 900 d.C., por la existencia del Complejo Cultural Las Animas, cuyas características en cuanto a materialidad varían mucho de una cuenca a otra. La investigación se basa generalmente en los patrones funerarios, en los que se evidencia la gran importancia del camélido para estos grupos.

El complejo Las Animas, tiene estrechos vínculos con culturas trasandinas de las Provincias de Catamarca y La Rioja, las que a su vez relacionadas con las Culturas de Ciénaga y de La Aguada. La cerámica hallada en los pukaras de Puntilla Blanca y Quebrada Seca, más las halladas en los sitios Tres Puentes, La Puerta, Llano de Los Pingos, Cabra Atada, Quebrada de Las Pinturas, Vega Redonda y recientemente en los sitios Finca de Chañaral, Toledo y Piedra Colgada demuestran estas relaciones.

Los primeros y más claros antecedentes sobre el origen del Complejo Las Animas se tienen en el valle de Copiapó, en especial con la emergente elaboración de una cerámica que la distingue en forma, decoración y tratamiento de las piezas. La forma de los cuencos acampanados, su interior negro y los motivos pintados externamente, se expanden a los valles de más al sur, Huasco y Elqui, siendo la base en éste último, de la Cultura Diaguita. Las investigaciones de los últimos años en los ríos Pulido y Manflas, (desde 1984 a 2000) y del río Jorquera (desde 1997 a 1999); han determinado que en los primeros valles transversales, de Copiapó y Huasco, la cultura Las Animas derivó en el período siguiente, en lo que hemos denominado "Cultura Copiapó", desarrollada contemporáneamente con la cultura Diaguita de más al sur.



Con respecto al origen de estos grupos, se ha detectado un brusco quiebre con el complejo cultural anterior, altamente distribuido en el valle del Copiapó, área donde se encuentran las asociaciones con poblaciones de la cultura Aguada, en Argentina. En cuanto a estructuras habitacionales, sólo hay restos en Copiapó con planta circular (p.ej: Los Pingos, Cabra Atada, La Puerta) e incluso pukarás como Puntilla Blanca y Quebrada seca. Más al sur no hay evidencias. Con respecto a las costumbres fúnebres, los entierros son individuales o colectivos y sólo en la Puerta hay montículos de tierra (túmulos), mientras que en todas las demás partes fosas subterráneas señalizadas con piedras.

Los Ánimas practicaban la deformación craneana de tipo tabular erecta, como rasgo que los distinguía como grupo. En ellos encontramos utensilios con fines alucinógenos como espátulas, cucharas de hueso, conchas y tabletas de madera. En cuanto al trabajo en metales, existe artesanía en plata y cobre con aros y cintillos. También hay cuentas de collar de malaquita; puntas líticas pequeñas pedunculadas y fibras de textiles. En cuanto a lo económico, practicaban agricultura de poroto, zapallo y maíz, además de recolectar algarrobo. También se encuentran manos y morteros. A diferencia de Molle, hay bastante explotación marítima y se encuentran locos, ostiones, lapas, erizos, jaibas y pescado, junto con anzuelos, barbas de arpón y desconchadores. También se cazaba camélido y es probable que existieran ejemplares domésticos (llamas y/o alpacas).

En este sentido, la mayor parte de las investigaciones referentes a este complejo cultural, y en general del período mismo, se remiten más a la ocupación del interior que del litoral. Sin embargo, se han registrado entre las desembocaduras de los ríos Copiapó y Huasco, los sitios de Bahía Maldonado, Totoral, Punta de Lobos, Chancochín (Caldera), Chancochín Chico (Huasco) y Puerto Viejo, todos los cuales hacen necesaria una profundización más sistemática en su estudio (Niemeyer, 1998).

### ***Intermedio Tardío y Tardío:***

#### **Cultura Copiapó**

Esta cultura se desarrolló en el valle de Copiapó y de preferencia en sus afluentes precordilleranos como el Jorquera, Pulido, Montosa y Manflas, teniendo presencia mínima en la costa. Su extensión temporal como unidad independiente parte del 1240 –1300 d.C hasta aproximadamente fines del 1400 d.C. cuando entra en contacto con inca-diaguitas y se incorporan tambos, minas y la fundición de cobre de Viña del Cerro.

Los asentamientos Copiapó a modo de poblados se componen por lo general de una decena o más de estructuras de muros de pirca seca o con base pircada y muros de adobe, de forma circular, elipsoidal, cuadrangular o rectangular, aumentando más estas últimas formas sobre todo en épocas tardías en que hay presencia inca. Dichos sitios son residenciales con sectores habitacionales, corrales y basurales contiguos, ubicados en las terrazas fluviales y dominando los terrenos de cultivo. En sectores agrícolas estratégicos, también encontramos presencia de pucarás a modo de control de dichos territorios. Socialmente se postula que el gobierno era controlado por dos líderes ubicados en distintos poblados.



En esta cultura son típicas las puntas triangulares pequeñas pedunculadas con aletas laterales y bordes aserrados, elaboradas en jaspe, calcedonia, cuarcita y cuarzo. En cerámica esta el estilo negro sobre rojo o ante con motivos de llamitas estilizadas, volutas verticales, comas y ajedrezado vertical en una sola línea. Sus formas básicas son pucos con las paredes ligeramente curvas. Entre otro tipo de cerámica esta el estilo Punta Brava que corresponde a grandes tinajas de aproximadamente 50 cm. de altura con o sin cuello y decoración tricolor negro y rojo sobre engobe blanco a modo de líneas en trazos paralelos, diagonales cruzadas, triángulos, grecas, puntos, etc. Algunas de estas vasijas tienen rostros humanos modelados en el cuello. Su función es de almacenaje de líquidos y productos alimenticios, sobre todo en los pukaras. Entre otros elementos encontramos tabletas de madera, tubos inhalatorios, espátulas y cucharas óseas para alucinógenos, cuchillos de madera tallada, punzones y placas de cobre fundido, restos de tejido muy finos, cestería y complejo de molienda y micro morteros. En cuanto a enterratorios, sólo se han hallado 2 cementerios propiamente tales (Altos Blancos con sepulturas ampollares y El Basural sin contexto claro) y sus ofrendas son cerámica, metalurgia, elementos del complejo alucinógeno y alimentos.

Se practicaba la agricultura preferentemente en el curso alto del valle y sus afluentes con cultivos como el poroto, el maíz y calabazas en las vegas de la zona (sitios El Farellón, Chuskal, Los Molinos, El Castaño, etc.) y andenerías en las laderas de los cerros. Se utilizan canales de regadío como se puede notar en el sitio Los Molinos. También hay en casi todos los sitios del curso medio y alto evidencias de recolección de algarrobo y chañar e instrumentos de molienda. Como producto exótico se halla maní (sitio Los Molinos y otros del valle), el cual no es local e indica relaciones tal vez comerciales con el noroeste argentino. La cerámica punta Brava en forma de grandes tinajas se supone servía para el almacenamiento de alimentos. Hay pukaras como el Fuerte y Ojos de Agua del Montosa que se ubican en zonas agrícolas de importancia para resguardarlas de posibles conflictos y poder controlar los cursos de agua.

En cuanto a la ganadería de camélidos, hay registros por sus restos óseos, lana y estructuras de encierro o corrales con restos de sus excrementos (sitio Los Molinos). El ambiente de vegas da muchas posibilidades para forraje y manutención del ganado. No se descarta la posibilidad de caza.

En la costa la presencia es mínima y sólo hay evidencia de pequeños conchales con explotación de peces y moluscos (p.ej. Caldera y caleta Ramadas). En algunos sitios del interior hay restos de vértebras de pescado (p.ej. los Molinos).

## El Inka

El Inka llega a la región de Atacama a través de la zona cordillerana por los pasos fronterizos que comunican con el noroeste argentino. Sin embargo, la anexión de la zona al Imperio no habría sido inmediata, ya que según lo que relatan cronistas españoles como Bibar, habría acontecido un enfrentamiento entre ambas partes. Tal conflicto habría durado un año, hasta que los inkas establecieron una exitosa alianza con los Diaguitas de más al sur, con el fin de conquistar a la Cultura Copiapó. Por lo encontrado en lugares como Iglesia Colorada y Punta Brava se presume ahora, que estos asentamientos y otros de la región pudieron ser ocupados inicialmente por gente de la Cultura Copiapó y que luego fueron reocupados por diaguitas aliados con los inkas durante la expansión de su imperio (Tawantinsuyu) hacia el sur.

Haciendo una relación con los desarrollos Diaguitas de más al sur, se podría llegar a pensar que estos grupos se organizarían de modo jerárquico, donde la dualidad y la complementariedad de recursos habrían sido una práctica habitual entre la gente de Copiapó. No obstante hoy en día se carece de conocimiento y herramientas que permitan asegurar esta relación. Con la llegada del inka a Atacama, se produce un gran cambio no sólo en los asentamientos del valle, sino que también en la franja litoral. Los incas revitalizan el uso de la costa, panorama que se observa particularmente en Caldera, donde se cree que se asentó gran cantidad de población y de donde proviene una gran cantidad de información de materiales hallados en enterratorios. Así también, en los alrededores se tiene conocimiento de ruinas de tamberías, recintos pircados y bastante material típico de la expansión imperial (aríbalos, escudillas, hachas de metal en T, tupus, placas de cobre, etc), en Obispito, Rodillos, Bahía Obispo, Playa Flamenco, Bahía Salada, Pajonal y Totoral. De esta situación se ha inferido un aparente énfasis de los inkas por asentar poblaciones en la costa, controlando las actividades y producción local desde Caldera, reuniendo una considerable cantidad de recursos marítimos de calidad y teniendo una vía de tráfico más expedita hacia los valles más sureños. Esta hipótesis se reafirma al observar la ausencia por completo de esta situación en Huasco y sus alrededores, y al considerar la gran cantidad de registro artefactual en Caldera, lo que nos habla inevitablemente de la configuración de ésta como una zona neurálgica, donde confluyen no sólo la materialidad, sino que también todo un universo de estrategias por parte de los conquistadores cuzqueños.

El inka reforma las economías locales e introduce la mita o tributo en fuerza de trabajo por parte de las poblaciones locales para conseguir ya sea bienes de consumo o bienes de prestigio. Se plantea que la zona del Elqui al sur proveía básicamente de bienes de consumo agrícola y ganadero para sustentar la producción minera de la zona de Copiapó (bienes de riqueza).



La metalurgia durante el período alfarero en general no tiene una función económica muy definida y fue de producción restringida utilizándose más que nada en la elaboración de objetos suntuarios que probablemente hacían referencia a diferencias sociales. Al final del período en el intermedio tardío, se llega a la técnica de fundición sobre todo para el cobre, y bajo este sustrato es donde el inca va a fijar sus intereses potenciando dicha actividad por medio del trabajo de la población local a modo de mita para conseguir mineral fundido en bruto, el cual es llevado al noroeste argentino en donde entre otras cosas se utiliza para la elaboración de las famosas placas de cobre argentinas “Santa María”. En cuanto a los establecimientos metalúrgicos, el más importante es el de Viña del Cerro en el valle de Copiapó, el cual funcionaba con población local.

Es probable que para articular este gran sistema de flujos tanto materiales, de alimentos y personas a través de la red vial del incañan o camino del inca, circularan grandes caravanas de llamas (lo cual al parecer ya existía en menor envergadura de forma local), fomentando de este modo un aumento de la actividad ganadera pastoril ocupando de forma más intensa las vegas y pastizales que se dan en mayor cantidad en los sectores altos. Evidencia de esto es posiblemente que la mayor cantidad de tambos se ubique en las zonas altas de los valles (donde además se controlaban los recursos hídricos agrícolas), zonas por donde también pasa el camino del inca y también se encuentran los pasos cordilleranos.

El inca en sus construcciones da gran importancia a los recintos de almacenamiento que dan cuenta de su opulencia, riqueza, fertilidad y relación con las fuerzas naturales que le dan su carácter divino. Esto influye notoriamente en las poblaciones locales como se evidencia sobre todo en el norte grande, y cambia las concepciones anteriores con respecto a la producción y complementariedad a pequeña escala, subordinándolas a un sistema más grande estatal, que pasa a imponerse como dueño de la producción local al cambiar la noción de propiedad, ya que ahora la mayor parte de las tierras son del inka y se le debe tributo por su explotación.

Los señores locales siguen al mando bajo aprobación del inca continuando con sus antiguas tradiciones, las cuales como es obvio, no quedan impunes y se integran a las modificaciones anteriormente mencionadas.

Este sistema se implantó al parecer sin mayores problemas en los Diaguitas con una influencia muy efectiva, pero en el caso de los Copiapó hay más señales de violencia, aunque finalmente igual se integraron. Estos cambios fueron rápidos a partir aproximadamente del 1400 d.c. con la conquista inka, y culminan de forma abrupta con la llegada de los españoles que generan la eventual desaparición casi completa de las poblaciones del norte chico por el exterminio y la explotación española. Sólo en Copiapó sobrevivieron parte de las poblaciones locales en el pueblo colonial “de indios de San Fernando”, fusionado al resto de la ciudad de forma administrativa y étnica en tiempos republicanos.



A partir de la llegada de los españoles, los pueblos indígenas sufrieron un fuerte proceso de explotación y exterminio, que trajo consigo la desaparición de los núcleos políticos locales. Muchos indígenas como forma de escape y refugio, acudieron a la costa y organizados en grupos familiares, retomaron muchas de las costumbres milenarias sobre el modo de vida costero. Es de ahí que a partir del siglo XVIII, los viajeros españoles comienzan a hablar de “Los Changos”, como grupos pescadores que utilizaban el anzuelo, el arpón y la balsa de cuero de lobo. Esta constitución local de grupos costeros, es un fenómeno de épocas históricas, del cual hay registro incluso hasta bien adentrado el siglo XIX. Muchos de los pescadores artesanales de hoy, son herederos de esta antigua tradición (Castillo 1998).

Finalmente, es necesario señalar que existen tres monumentos con declaratoria en la comuna de Caldera, dos corresponden a Monumentos Históricos y uno a un Santuario de la Naturaleza. Se reseñan a continuación:

- 1) **Estación de Ferrocarril de Caldera**, ubicada en la Costanera Guillermo Wheelwright. Declarado Monumento Histórico por medio del Decreto Supremo 9045 del 20 de julio de 1964.
- 2) **Cementerio Laico de Caldera**, localizado en Avenida Diego de Almeida. Declarado Monumento Histórico a través del Decreto 316 del 3 de junio de 1996.
- 3) **Efloraciones Geológicas Formadas por Rocas de Granito Orbicular**, las que se localizan en el sector de Rodillo. Declarado Santuario de la Naturaleza por medio del Decreto Supremo 0077 del 12 de enero de 1981.



### 5.3.3.5 Resultados

El área de estudio presenta una acentuada alteración antrópica del terreno producto de favorables condiciones geomorfológicas que facilitan el tránsito vehicular y peatonal (**Fotografías 5.3-1 y 5.3-2**).



**Fotografía 5.3-1:** Vista general de Norte a Sur del Área de Prospección Arqueológica. Al fondo se observa la planta de petróleo de COPEC.



**Fotografía 5.3-2:** Vista general del Área de Prospección Arqueológica, sector de Punta Fuerte, Bahía de Caldera. Nótese alteración del suelo por habilitación de múltiples huellas vehiculares.



Producto de lo mismo, registra también profusas evidencias de explotación industrial de conchilla, lo que ha modificado sustancialmente el paisaje original del sector (**Fotografías 5.3-3 y 5.3-4**).



**Fotografía 5.3-3:** Detalle de depósitos conchíferos arqueológicos diseminados ampliamente por el sector bajo de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.



**Fotografía 5.3-4:** Detalle de extracción industrial de conchilla, de origen geológico, mediante uso de maquinaria pesada.



**Fotografía 5.3-5** Detalle de explotación industrial de conchilla con reutilización como basural clandestino.

A continuación se señalan las coordenadas UTM (WGS 84/19J) tomadas en el borde externo de los montículos formados por los movimientos de tierra efectuados para recuperar el sustrato conchífero natural subyacente (“conchilla”). Todos los puntos señalados se registraron al interior del vértice definido como Área de Prospección Arqueológica.

- 1) 7.007.399 N / 320.616 E
- 2) 7.007.482 N / 320.601 E
- 3) 7.007.489 N / 320.552 E
- 4) 7.007.417 N / 320.481 E
- 5) 7.007.358 N / 320.423 E
- 6) 7.007.240 N / 320.206 E
- 7) 7.007.262 N / 320.413 E
- 8) 7.007.259 N / 320.498 E
- 9) 7.007.383 N / 320.618 E
- 10) 7.007.568 N / 320.414 E
- 11) 7.007.668 N / 320.396 E
- 12) 7.007.730 N / 320.520 E
- 13) 7.007.771 N / 320.560 E
- 14) 7.007.847 N / 320.523 E
- 15) 7.007.946 N / 320.545 E
- 16) 7.007.825 N / 320.797 E
- 17) 7.007.613 N / 320.399 E
- 18) 7.007.548 N / 320.287 E
- 19) 7.007.607 N / 320.158 E
- 20) 7.007.974 N / 320.335 E
- 21) 7.008.087 N / 320.515 E
- 22) 7.008.254 N / 320.745 E



- 23) 7.007.623 N / 320.054 E
- 24) 7.007.512 N / 319.903 E
- 25) 7.007.630 N / 319.897 E
- 26) 7.007.788 N / 320.059 E
- 27) 7.007.965 N / 320.163 E
- 28) 7.007.956 N / 320.083 E
- 29) 7.007.917 N / 320.065 E
- 30) 7.007.811 N / 320.104 E

También se registraron sitios arqueológicos específicamente conchales- los que corresponden a lugares de residencia periódica de las poblaciones prehispánicas donde se observa una profusa explotación de los recursos marinos (eg. loco, choro, almeja, ostión, erizo, picoroco, caracol, macha, etc.). La gran mayoría de estos sitios arqueológicos se encuentran afectados por las obras viales e industriales ya señaladas, además de registrarse, en algunos casos, saqueos de los mismos en un afán de personas inescrupulosas, que contraviniendo la legislación vigente, intentan hallar elementos arqueológicos susceptibles de comercializar (eg. puntas de proyectil, vasijas cerámicas, etc.).

Estos sitios ocupan amplias zonas del predio bajo estudio, especialmente al S-SW, siendo lo anterior una característica de la zona debido a que otros proyectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) también presentan abundantes registros de sitios arqueológicos en la franja costera entre Caldera y Huasco, al sur de nuestra área de estudio (Pavlovic 2004; Sánchez 2007; Contreras y Caballero 2003; Contreras 2005 y 2006; Contreras y Reyes 2007; Reyes y Contreras 2006, 2008a y 2008b). Lo anterior concuerda con los datos ya recopilados para el sector de Caldera en el marco del Catastro de Sitios Arqueológicos de Cuencas Priorizadas del MOP (1993-94). La estabilidad del clima que permite la ocupación del lugar durante todo el año, sumado a los abundantes recursos marinos disponibles, potenció el pretérito asentamiento litoraleño, lo que explica la gran cantidad de evidencias de conchales arqueológicos registrados en el marco del presente proyecto. En la mayoría de estos casos es muy difícil discernir el inicio y término de estas evidencias al formar un *continuum* en el espacio, dificultándose además esta tarea por las alteraciones posteriores del paisaje (eg. explotación de conchilla, formación de huellas vehiculares, etc.) (**Fotografía 5.3-6**).



**Fotografía 5.3-6.** Detalle de extenso conchal arqueológico, sin evidencia de alteración antrópica, ubicado en un sector alto de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.

A continuación se indican los puntos donde se registraron algunas evidencias de conchales arqueológicos en el Área de Prospección Arqueológica del Proyecto:

- a) 7.007.774 N / 320.703 E
- b) 7.007.788 N / 320.705 E
- c) 7.007.678 N / 320.675 E
- d) 7.007.418 N / 320.310 E
- e) 7.007.426 N / 320.284 E
- f) 7.007.464 N / 320.172 E
- g) 7.007.581 N / 319.680 E
- h) 7.007.747 N / 320.669 E
- i) 7.007.547 N / 320.408 E
- j) 7.007.611 N / 319.995 E
- k) 7.007.664 N / 319.926 E
- l) 7.007.702 N / 319.975 E
- m) 7.007.751 N / 319.899 E
- n) 7.007.842 N / 319.909 E
- o) 7.007.360 N / 320.154 E
- p) 7.007.323 N / 320.215 E
- q) 7.007.754 N / 320.006 E
- r) 7.007.841 N / 320.230 E
- s) 7.008.077 N / 320.502 E



Como ejemplo de lo anterior, se describe a continuación un conchal particularmente bien conservado debido a su localización alejada de la playa y con baja visibilidad de sus contextos culturales producto del encierro ocasionado por los montículos de tierra formados por la explotación de la conchilla. Además, no presenta evidencia alguna de saqueo intencional. Dicho sitio arqueológico se localiza entre roqueríos bajos en las coordenadas UTM 7.008.027 N / 320.269 E; 37 m.s.n.m., en el sector NW del área de estudio. Mide aproximadamente 45 m de largo (eje E-W) por 30 m de ancho (eje N-S). Se caracteriza por presentar abundantes restos conquiológicos de diversas especies (eg. loco, lapa, ostión, choro, almeja, macha, etc.), junto con lítica tallada y no tallada, algunas de cuyas piezas presentan indicios de pigmento rojo. Asimismo, se registraron escasos fragmentos cerámicos monocromos y al menos una falange de camélido (**Fotografías 5.3-7 a 5.3-10**).

Los sitios anteriormente identificados y descritos se pueden observar en la **Figura 5.3-3**.

**Insertar Figura 5.3-3**  
**Sitios Arqueológicos en el Área del Proyecto**



**Fotografía 5.3-7:** Detalle de lítica tallada perteneciente a conchal arqueológico extenso ubicado en sector alto de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.



**Fotografía 5.3-8.** Detalle de artefacto lítico con estrías anulares y presencia de pigmento rojo registrado en el conchal arqueológico ubicado en la parte alta de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.



**Fotografía 5.3-9** Detalle de borde cerámico levemente evertido y fragmentado registrado en conchal arqueológico extenso, sector alto de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.



**Fotografía 5.3-10** Detalle de diversidad conquiológica registrada en el conchal arqueológico extenso de sector alto de Punta Fuerte, Bahía de Caldera.



Por otro lado en un sector inmediato al borde costero, se registró un sitio arqueológico histórico correspondiente a las ruinas del antiguo **Fuerte Estratégico Arturo Prat** localizado a 160 m al Norte del Puente de Acceso al Puerto Industrial (coordenadas UTM 7.007.460 N / 319.582 E). Esta estructura arquitectónica, compuesta por tres muros elaborados con argamasa de conchilla y agua de mar, fue construida en 1879 por el Teniente del Batallón Atacama e Ingeniero de Minas, Sr. Rafael Torreblanca para defender al puerto de Caldera durante la Guerra del Pacífico (1879-1884). Contaba con un cañón de 150 mm. Hay que recordar que Caldera constituía un enclave estratégico del territorio chileno de la época cuyo límite norte se extendía solo hasta Taltal. Por lo tanto, era de interés del gobierno chileno proteger esta bahía de los ataques de la marina peruana. Hay que notar que dicho fuerte no cuenta con una declaratoria de Monumento Histórico de acuerdo a la legislación vigente (Ley 17.288 de Monumentos Nacionales). Sin embargo, puede ser considerado un monumento de carácter arqueológico, debido a que su materialidad permite analizarlo bajo esta modalidad teórico-metodológica, destacándose su protección legal por el “solo ministerio de la ley”, sin necesidad de declaratorias específicas (Ley 17.288, artículo 21).

### **5.3.3.6 Conclusiones**

Los elementos de valor cultural encontrados en el marco del presente proyecto corresponden a sitios arqueológicos históricos y prehispánicos.

En el Área de Prospección Arqueológica los hallazgos patrimoniales registrados corresponden a numerosos conchales arqueológicos que se encuentran presentes en gran parte del terreno, aunque muy afectados por actividades humanas recientes. Estas actividades han producido alteraciones de los contextos culturales prehispánicos de carácter parcial –en el caso de los saqueos y la habilitación de huellas vehiculares- y total, en el caso de los sectores explotados para extraer y comercializar conchilla. Por estas razones es difícil separar las unidades arqueológicas a nivel de “sitio” ya que éstas tienden a formar un *continuum* en el paisaje.

Asimismo, se registraron las ruinas del Fuerte Estratégico Arturo Prat ya descrito, que al igual que los conchales queda acogido al Título V, Artículo 21 de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales que protege y caracteriza a los monumentos arqueológicos señalados más arriba “...por el solo ministerio de la ley, son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antro-po-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional...”.



## **5.3.4 Paisaje y Estética**

### **5.3.4.1 Introducción**

La línea base del paisaje del área de influencia visual del proyecto tiene como objetivo; identificar, caracterizar y valorar el paisaje actual, en base a indicadores tales como: Sensibilidad visual, vulnerabilidad, y fragilidad del paisaje. Esto, se realiza a través de caracterizaciones generales basadas principalmente en la predominancia visual que presentan los componentes básicos del paisaje (relieve, agua, vegetación y acción antrópica), y los elementos visuales básicos (forma, línea, color y textura), en un territorio determinado, todo esto, orientado hacia el posterior análisis de impacto del proyecto sobre el valor paisajístico del área.

En cuanto a su relieve o geomorfología, el área de estudio se emplaza en la región de la planicie litoral (Börgel, 1983), caracterizada por ser estrechas e interrumpidas por estribaciones que se desprenden desde la pampa alta y desde la cordillera de la costa. Las playas que se intercalan entre estas estribaciones tienen forma de arco, y en general corresponden a un sustrato arenoso, recubriendo levemente un sustrato rocoso que queda al descubierto en los periodos de baja marea.

Específicamente, la planicie litoral de Caldera tiene 17 kilómetros de extensión (a lo largo de la costa), siendo además una de las de mayor amplitud (hacia el interior).

### **5.3.4.2 Objetivo**

#### **Objetivo General**

Caracterizar el toda el área de influencia visual del Proyecto.

#### **Objetivos específicos**

- Realizar un inventario de recursos visuales de toda el área de influencia visual del proyecto, y su correspondiente análisis.
- Evaluar y caracterizar las unidades de paisaje del área del proyecto, con el fin de determinar su fragilidad visual.

### **5.3.4.3 Metodología**

#### **Área de Estudio**

El proyecto se ubica en la comuna de Caldera, en el lado norte de la Bahía de Caldera.

El presente estudio, corresponde a los datos obtenidos en un terreno realizado entre los días 27 y 29 de Mayo del 2008.

### ***Inventario de recursos visuales***

El inventario de recursos visuales se elaboró para toda el área de influencia visual del proyecto, lo que corresponde a la Bahía de Caldera.

El inventario tiene por objeto reconocer los diferentes tipos de recursos visuales presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Estos se identifican o destacan visualmente, por el contraste que se produce entre el carácter visual propio del recurso y el carácter visual de su entorno inmediato.

Los tipos identificados se clasificaron en seis grupos:

- **Marcas visuales:** son aquellos elementos individuales que se destacan visualmente por contraste de forma, color, tamaño o textura, en el fondo de un paisaje o porción de éste.
- **Vistas Panorámicas:** A veces agrupadas en corredores de vista cuando se producen varias vistas panorámicas sucesivas en una línea.
- **Alteraciones Negativas:** áreas que presentan una importante alteración visual negativa al paisaje natural, se destacan debido a su extensión o contraste visual con el entorno.
- **Áreas Singulares:** zonas atípicas que convierten ciertos lugares del paisaje en áreas distintivas.
- **Rutas:** referida a las rutas más importantes que estén dentro del área e influencia visual del área de estudio.
- **Localidades Pobladas:** Pueden ser ciudades, pueblos, o cualquier tipo de asentamiento humano habitado.

El inventario se realizó *in-situ* desde puntos de observación, previamente definidos, los cuales también fueron usados para la evaluación de paisaje.

### ***Evaluación de paisaje***

La Evaluación de Paisaje se realizó mediante la metodología propuesta por MOPT, 1991, adaptada por Vallejo et al, 1994.

El objetivo de la evaluación de paisaje es definir cuales son las áreas más frágiles visualmente, es decir aquellas que tienen menor capacidad de aceptar alteraciones visuales, sin que disminuya su calidad visual.

### ***Identificación de las Unidades de Paisaje Local***

Las unidades de paisaje local son áreas homogéneas según relieve, uso de suelo y cobertura de suelo. Las unidades fueron definidas según estos elementos además de la cuenca visual en algunas unidades que tenían una cuenca clara, delimitada y dominante en cuanto a su visibilidad.

### **Caracterización de las Unidades de Paisaje Local**

Esto se realiza en base al análisis visual de:

- **Estructura física del paisaje**, se refiere a la morfología e interrelación de los componentes básicos del paisaje (cuenca visual, relieve, cubierta del agua, cubierta del suelo y uso del suelo) en las unidades de paisaje local.
- **Estructura formal del paisaje**, esto se refiere al aspecto y organización dominante en que se presentan los patrones de elementos visuales básicos (forma, línea, color y textura), y los patrones de carácter (dominancia, escala, diversidad y continuidad), en cada unidad de paisaje.
- **Accesibilidad visual o exposición visual**, grado de exposición visual que presenta la unidad de paisaje.

### **Análisis de la Fragilidad Visual**

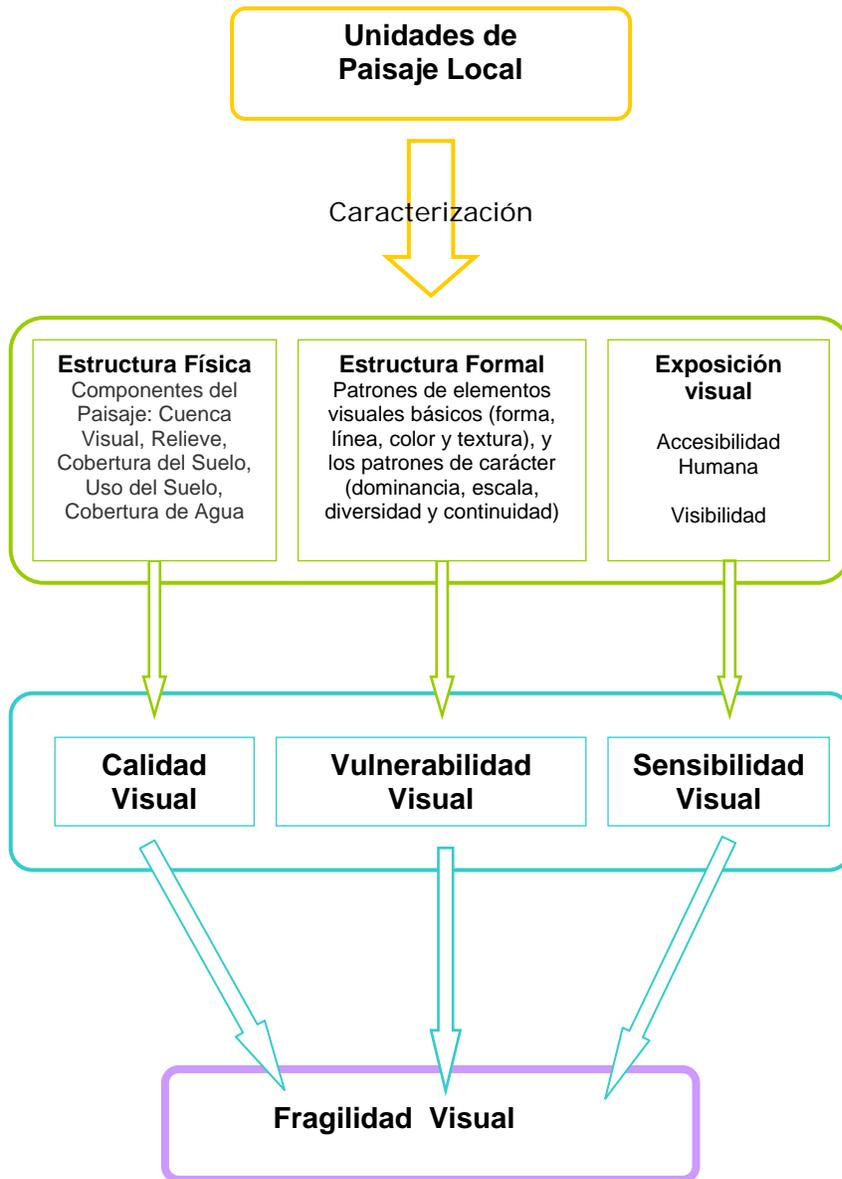
La Fragilidad Visual se define como la capacidad de respuesta frente al cambio que presentan los recursos visuales expresados a través de los niveles de calidad visual, vulnerabilidad visual y sensibilidad visual.

**Calidad Visual**, el nivel de armonía que alcanza la unidad de paisaje local en su estructura y relación con la unidad de paisaje regional. Los indicadores a nivel de relaciones visuales incluyen tres criterios de análisis (vivacidad, integridad, unidad).

**Vulnerabilidad Visual**, es el nivel de aceptación de cambios en su apariencia visual, la cual está determinada por los patrones de elementos visuales básicos y patrones de carácter de paisaje.

**Sensibilidad Visual**, es el grado de exposición visual que presenta la unidad de paisaje al observador.

A continuación se presenta un resumen esquemático de la metodología de Evaluación de Paisaje, y los parámetros usados para los índices de Calidad, Vulnerabilidad y Sensibilidad Visual.



#### 5.3.4.4 Resultados

##### *Inventario de recursos visuales*

Los recursos visuales detectados en el área de influencia del proyecto se encuentran graficados en la **Figura 5.3-4** junto a los puntos de observación usados para el inventario y la evaluación de paisaje. Los recursos visuales encontrados en el área de estudio son los siguientes:

- **Marcas visuales:** Los cimientos del Fuerte Estratégico Arturo Prat, construido de pircas y argamasa de cal agua de mar y conchillas, por lo que se integra al paisaje, sin causar alteración visual negativa, constituyendo un hito histórico en la zona. También algunos tafonis constituyen marcas visuales distintivas, dentro del área singular que los agrupa, ya sea por su tamaño o forma. Los tafonis son rocas modeladas por el viento, características de la zona entre Caldera y Chañaral (**Fotografías 5.3-11 y 5.3-12**).



**Fotografía 5.3-11 Marcas visuales:** Fuerte Estratégico Arturo Prat construido en el año 1879, durante la Guerra del Pacífico para defender el Puerto Mayor de Caldera, por donde se exportaban minerales.



**Fotografía 5.3-12 Marcas visuales:** Tafonis de diversas formas en el área de estudio. La mayoría se encuentra en lugares que han sido poco removidos (ver Alteraciones Negativas), pero en la imagen superior derecha se muestra la remoción de suelo alrededor de una de las rocas.

- **Vistas Panorámicas:** En general todo el borde de la Bahía de Caldera constituye un gran corredor de vistas panorámicas interconectadas entre sí. Desde el punto de vista de la accesibilidad humana la zona más importante es la de la costanera de la ciudad de Caldera, que cuenta con infraestructura recreativa y turística, y miradores orientados hacia el océano que dominan toda la bahía. Con menor importancia debido a la menor afluencia de visitantes se encuentra el sector residencial del lado sur de la bahía, que tiene una perspectiva frontal con el área del proyecto. Se presentan diversas vistas desde los puntos de observación más importantes (**Fotografías 5.3-13 a 5.3-16**).



- **Alteraciones Negativas:** Están constituidas por las diversas actividades industriales que se encuentran alrededor de toda la bahía de Caldera, ubicadas principalmente a orillas del mar. Entre estas destacan, Cultivo de Abalón Japonés Vinycon (**Fotografía 5.3-17**), Instalaciones de COPEC (**Fotografía 5.3-18**) y Pesquera Bahía Caldera por el lado norte de la Bahía, siendo además, las más cercanas al área del proyecto. Por el lado sur de la Bahía se encuentra el Puerto de Mineral y el Acopio de Hierro. Otra alteración negativa corresponde a la aparente explotación de conchuela, sustrato usado como pavimento blando o cubresuelo. Esta se desarrolla en gran parte del área del proyecto y para su extracción el suelo ha sido removido a tal punto de generar amplias excavaciones de hasta 3 o 4 metros de profundidad (**Fotografía 5.3-19**), desapareciendo totalmente el suelo y subsuelo, y acopiando parte del material en otros sectores, donde el suelo original queda sepultado.



**Fotografía 5.3-13 Vistas Panorámicas:** Vista desde la costanera de Caldera hacia el área del proyecto. Al costado derecho de la imagen aparece el equipamiento turístico recreativo construido el año 2007, constituido por un paseo peatonal acompañado de lugares de descanso y miradores dirigidos hacia el océano, desde donde se ve al área del proyecto. (el recuadro segmentado corresponde a la imagen siguiente).



**Fotografía 5.3-14 Vistas Panorámicas:** Acercamiento al área del proyecto de la imagen anterior (en recuadro). La llave señala aproximadamente el área del proyecto (AP). En primer plano aparece el actual Puerto de Caldera



**Fotografía 5.3-15. Vistas Panorámicas:** Vista desde el área del proyecto hacia la ciudad de Caldera, señalada en la llave. Existe un alto grado de intervisibilidad en la bahía de Caldera, por lo que el área del proyecto es visible desde todos los sectores de la bahía, y viceversa.



**Fotografía 5.3-16. Vistas Panorámicas:** Vista desde la costa sur de la bahía hacia el área del proyecto (AP), desde este lugar la perspectiva es frontal. En el extremo derecho de la llave se ven las instalaciones de COPEC.



**Fotografía 5.3-17 Alteración negativa:** Instalaciones de los Cultivos de abalón japonés Vinycon, ubicados al lado poniente del área del proyecto.



**Fotografía 5.3-18 Alteración negativa:** En segundo plano, instalaciones de COPEC, ubicados al lado nororiente del área del proyecto. En primer plano aparece parte de las remociones y acopio de suelo.



**Fotografía 5.3-19 Alteración negativa:** Excavación y amplia remoción de suelo, aparentemente para la extracción de conchuela.

- **Áreas Singulares:** En el área del proyecto destacan dos áreas singulares, la primera corresponde al área del borde costero rocoso y fragmentado (**Fotografías 5.3-20 y 5.3-21**), en la costa norte de la bahía incluyendo el área de manejo de Sibucal que conforma una pequeña bahía. La otra está constituida por un área que presenta rocas erosionadas y modeladas por el viento y la arena, conocidas como tafonis (**Fotografías 5.3-22 y 5.3-23**).



**Fotografía 5.3-20 Áreas singulares:** Borde rocoso y fragmentado, coincide con la descripción de Börgel (1983), donde menciona la existencia de un sustrato rocoso que aparece con las bajas mareas.



**Fotografía 5.3-21 Áreas singulares:** Pequeña bahía incluida en el área de manejo de Sibucal.



**Fotografía 5.3-22 Áreas singulares:** Vista hacia un conjunto de tafonis, en segundo plano se ve la costa sur de la Bahía de Caldera.



**Fotografía 5.3-23 Áreas singulares:** Vista general en una zona de tafonis.

- **Rutas:** La Ruta 5-Norte, de importancia internacional presenta importancia con relación al proyecto debido a que forma parte del acceso y su conectividad visual, y la Ruta que une Caldera y Calderilla de importancia comunal, la cual tienen importancia debido a su conectividad exclusivamente visual con el área del proyecto. Dentro del área del proyecto existe gran cantidad de caminos informales, muchos de ellos creados para la extracción de conchuela y como acceso a las actividades industriales y productivas del sector (Cultivo de Abalón, extracción de algas y pesca, Instalaciones COPEC, ex Minera)
- **Localidades Pobladas:** La ciudad de Caldera ubicada en el centro sur de la bahía. La ciudad es reconocida como un balneario de verano, y posee infraestructura turística (hospedajes, restaurantes, etc), agrupada principalmente en la costanera o cerca de ella.



**Fotografía 5.3-24 Localidad poblada:** Vista al paseo peatonal de la costanera de Caldera.



**Fotografía 5.3-25 Localidad poblada:** Vista desde la playa de Caldera hacia el norte y la costanera.

La **Figura 5.3.4** siguiente, muestra la bahía de Caldera, en ella se puede distinguir los recursos visuales en el área de influencia visual del proyecto y los puntos de observación.

**Insertar Figura 5.3-4**  
**Localización de los Recursos Visuales en el Área de Influencia Visual del Proyecto, y**  
**Puntos de Observación**

### **Evaluación de Paisaje**

Para efectos de la valoración de los índices de Calidad, Vulnerabilidad, Exposición y Fragilidad Visual se utilizaron métodos indirectos, con índices que van entre 1 y 5, donde 1 es bajo, y 5 alto. La ponderación final se realizó de acuerdo a los siguientes rangos para todos los parámetros antes mencionados:

1-1.8	Baja
1.9-2.6	Medio Baja
2.7-3.4	Media
3.5-4.2	Medio Alta
4.3-5	Alta

- **Identificación de las unidades de paisaje local**

Se identificó sólo una unidad de paisaje local en el área del proyecto, que corresponde a una ladera dentro de la Bahía de Caldera. Ver Figura 5.3-5

Unidad 1: Ladera de la cuenca de Caldera: referida a ladera de exposición sur que conforma el lado norte de la cuenca de la bahía de Caldera. Tiene pendientes suaves, y alta visibilidad a todo el resto de la Bahía. (**Fotografías 5.3-26 y 5.3-27**). Presenta remoción de suelos en gran parte de su superficie.

- **Caracterización de las Unidades de Paisaje Local**

#### **Estructura física del paisaje**

La estructura física del paisaje es la forma en que se organizan y relacionan los componentes básicos. Las interrelaciones que se producen, forman patrones visuales que tienen diferentes grados de dominancia visual, las que se utilizan para medir niveles de calidad visual.

En base a una descripción del paisaje de la unidad identificada se confeccionó una tabla resumen con las características relevantes que presentan sus componentes, en relación a la forma de la cuenca visual, tipo relieve, tipo de cubierta de suelo presente, y uso de suelo actual (**Tabla 5.3-12**).

**Tabla 5.3-12  
Estructura Física y Descripción de Los Componentes del Paisaje de la Unidad**

Unidad	ESTRUCTURA FÍSICA					Calidad Visual Intrínseca
	Cuenca Visual	Relieve	Cobertura de Agua	Cobertura de Suelo	Uso Suelo	
<b>1</b>	Visibilidad mayor que 800 metros (5)	Pendiente entre 0 y 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual (2)	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje (5)	Cubierta vegetal aislada o ausencia de vegetación. Baja diversidad de especies (1)	Terrenos naturales intervenidos. (4)	Media (3,4)

**Insertar Figura 5.3-5  
Unidad de Paisaje**



**Fotografía 5.3-26 Unidad 1:** Vista hacia la costa sur de la Bahía desde el área del proyecto. Se ven grandes extensiones de suelo removido. En el extremo izquierdo de la imagen aparece la ciudad de Caldera



**Fotografía 5.3-27 Unidad 1:** Vista desde el área del proyecto hacia la ciudad de Caldera.

**Estructura formal del paisaje**

El medio es percibido por el observador como un todo no en una experiencia de un objeto a la vez. La comprensión visual o cognición de ese medio esta basado en el carácter visual de los objetos y las relaciones entre estos objetos.

En la descripción del carácter visual se puede distinguir al menos dos niveles de atributos; patrones de elementos y patrones de carácter. Patrones de elementos visuales son atributos básicos de los objetos incluyen forma, línea, color y textura. Las relaciones visuales entre estos patrones de elementos pueden ser atributos visuales de importancia de un objeto o un paisaje, como por ejemplo no es lo mismo el carácter visual de una ruta pavimentada de dos pistas en medio rural y una autopista de seis pistas en el mismo medio, aun cuando ambas exhiben una forma, línea, color y textura similar. El contraste visual entre una estructura y su medio pueden ser generalmente resumidos en cuatro aspectos de patrones de carácter: dominancia, escala, diversidad y continuidad.

Se presenta en **Tabla 5.3-13**, la estructura formal, con los respectivos índices de patrones de elemento y patrones de carácter, por componente del paisaje y por cada unidad.

Los patrones de elementos (forma, línea color y textura), se categorizan en una escala de 1 a 5, donde 1 se refiere a la alta diversidad e intensidad del patrón y 5 a la baja variación o diversidad del patrón. A su vez, los patrones de carácter varían entre 5 (intolerable), 4 (desagradable), 3 (indiferente), 2 (agradable) y 1 (muy agradable).

**Tabla 5.3-13**  
**Estructura Formal: Índices de Los Patrones de Elementos y Carácter, y Valor Final de la Estructura Formal por Unidad**

Unidad	Elementos básicos	Patrones de elementos				Patrones de carácter			
		Línea	Forma	Color	Textura	Domin.	Escala	Divers.	Contin.
1 Cuenca Caldera	Cuenca V.	4	4	3	4	5	4	4	3
	Relieve	5	5	5	5	5	5	5	3
	Cob. Agua	3	4	2	4	2	2	4	3
	Cob. Suelo	5	5	5	5	5	5	5	5
	Uso suelo	5	5	4	4	5	5	5	4
	<b>TOTAL</b>								<b>4,3</b>

### **Accesibilidad visual o exposición visual**

La accesibilidad visual es la combinación de las variables de espacialidad, o igualmente las condicionantes de visibilidad que tenga una unidad de paisaje en conjunto con las facilidades de accesibilidad humana que presenta.

Los resultados y descripción de los parámetros analizados para la exposición visual se presentan en **Tabla 5.3-14**.

**Tabla 5.3-14  
Accesibilidad o Exposición Visual: Descripción de los Parámetros de la Unidad**

Unidad	Espacialidad	Accesibilidad	Exposición visual
1	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción (5)	Ruta rural o local (2)	Medio alta (3,5)

- **Análisis de la Fragilidad Visual**

La Fragilidad Visual se define como la capacidad de respuesta frente al cambio que presentan los recursos visuales expresados a través de los niveles de calidad visual, vulnerabilidad visual y sensibilidad del observador.

Se presenta un resumen en **Tabla 5.3-15** con los valores de cada parámetro, incluyendo los de fragilidad visual.

**Tabla 5.3-15  
Síntesis de Calidad, Vulnerabilidad, Sensibilidad y Fragilidad Visual**

Unidad	Calidad Visual	Vulnerabilidad Visual	Sensibilidad Visual	Fragilidad Visual
1	Media 3,4	Alta 4,3	Medio Alta 3,5	Medio Alta 3,7

### **Calidad Visual**

El método de evaluación de calidad visual que se utilizó se basa en indicadores a nivel de relaciones visuales e incluye tres criterios de análisis: Vivacidad, Integridad y Unidad, ninguno de ellos por si solos es equivalente a calidad visual; todos ellos deben ser altos para indicar calidad visual alta.

**Vivacidad;** Es el poder de perdurabilidad que posee la impresión recibida por el observador, al contemplar los patrones visuales distintivos que forman los componentes básicos del paisaje al combinarse.

**Integridad;** Es la pureza visual de un paisaje natural o construido por el hombre, en términos de estar libre de elementos visualmente intrusivos.



**Unidad;** Es la coherencia visual y armonía en la composición de un paisaje considerado como un todo.

Al valor de estos parámetros se suma el valor de la estructura física (Calidad Visual intrínseca), que en promedio dan el valor de Calidad Visual.

Ambas unidades presentan correspondencia tanto entre la Calidad visual intrínseca y los parámetros de Vivacidad, Integridad y Unidad. La unidad 1, obtuvo calidad visual media, mientras que la unidad 2 fue medio alta, lo que se explica por el alto grado de intervención que presenta principalmente la unidad 1 debido a la remoción de suelos. Si bien esto también se presenta en la unidad 2, es en menor proporción, y la calidad visual se ve incrementada debido a la mayor presencia de tafonis.

El elemento que baja los niveles de calidad visual, es la cobertura del suelo o vegetación, el cual es muy escaso y con baja diversidad. Es probable que en eventos de desierto florido, o incluso en periodo de primavera, la calidad visual de las unidades de paisaje se incremente.

**Tabla 5.3-16**  
**Calidad Visual: Índices de Vivacidad, Integridad y Unidad**

Unidad	Vivacidad	Integridad	Unidad	Calidad Visual
1	4	3	3	Media 3,3

***Vulnerabilidad Visual***

El análisis de estructura formal del paisaje determina el carácter visual de éste, basado en atributos que no son buenos ni malos por si mismos. Sin embargo, pueden existir preferencias asociadas al carácter visual establecidos de algunos lugares. En la vulnerabilidad visual del paisaje se establece la capacidad de un lugar de aceptar cambios sin que varíe su carácter visual actual.

Los rangos de puntaje, se ordenan en Alta, Medio Alta, Media, Medio Baja y Baja, siendo Alta la categoría de paisaje que presenta mayor vulnerabilidad al cambio. Bajo el supuesto de que el paisaje con un fuerte carácter visual tienen menor aceptación al cambio o intrusión de nuevas actividades, que en su aspecto formal contrastan con lo existente.

La unidad presenta índice de vulnerabilidad visual Alta (4,3). Esto se debe al alto grado de homogeneidad de la unidad, por la escasez de elementos como la vegetación o intervención antrópica. Esto implica que tenga una baja capacidad de absorción visual.

En general los colores dominantes en el área son los ocres, debido al sustrato arenoso. También aparecen como dominantes los tonos grises o gris azulado del cielo y el mar, ya que debido a los pocos elementos que poseen ambas unidades, el mar y el cielo pasan a formar parte importante del paisaje. En cuanto a las formas, destacan los tafonis que inclusive dan el carácter de área singular a los lugares donde se encuentran.

Finalmente en cuanto a los patrones de carácter cabe mencionar la diversidad y la dominancia en general que aparecen bajas (índice alto), debido a la homogeneidad del paisaje y la falta de elementos visuales que indiquen la envergadura o distancia de los elementos existentes y dominantes (relieve y mar).

### ***Sensibilidad Visual***

Es el grado de exposición visual que presenta la unidad de paisaje al observador. Esta variable es una interpretación de la accesibilidad o exposición visual, que deriva de los índices de accesibilidad humana y especialidad de la unidad.

El área de estudio (Unidad 1) se localiza dentro de la cuenca visual de la Bahía de Caldera, la cual posee un alto grado de intervisibilidad interno, esto permite que el área sea vista desde toda la bahía. Aún así los sectores con mayor flujo de observadores se encuentran a más de 2 kilómetros del área del proyecto, por lo que a nivel de paisaje local, e inclusive a nivel de macropaisaje, el área del proyecto se encuentra fuera del área de influencia visual directa debido a la distancia.

Actualmente la unidad 1 presenta acceso desde una ruta de importancia local (Av. Río Huasco), por lo que la accesibilidad humana también es medio baja.

En resumen, la unidad identificada presenta sensibilidad visual medio alta debido principalmente a su alta exposición visual.

### ***Fragilidad Visual***

La unidad identificada en el área del proyecto presenta fragilidad visual medio alta, la cual está determinada por el alto nivel de Sensibilidad y Vulnerabilidad Visual que a su vez está explicado por la alta exposición visual que presenta y la homogeneidad del paisaje respectivamente.

La homogeneidad del paisaje, y la baja diversidad de sus elementos básicos (cobertura del suelo, relieve, usos del suelo), es lo que determina finalmente la alta vulnerabilidad y por ende la alta fragilidad visual de ambas unidades, principalmente la unidad 1, la cual al ser dominada desde toda la bahía de Caldera, inclusive de los centros turísticos de la ciudad (costanera, hospedajes, residencias de verano), determina que su sensibilidad visual sea alta.

### **5.3.4.5 Conclusiones**

- El área de influencia visual del proyecto se ha determinado como toda la Bahía de Caldera, debido a que es visible desde toda esta área, sin embargo debido a la distancia con la ciudad de Caldera y la Costa Sur (más de 2 kilómetros de distancia), se ha determinado que las obras del proyecto están fuera del área de influencia visual directa (a nivel de macropaisaje).

- La zona centro norte de la bahía se ha determinado como el área de influencia visual directa (distancia menor a los dos kilómetros de distancia), sin embargo corresponde a un área principalmente de uso industrial.
- Las marcas visuales corresponden a algunos tafonis y al fuerte Estratégico Arturo Prat, construido para defender el Puerto de Caldera.
- En cuanto a las vistas panorámicas, están agrupadas en corredores de vistas alrededor de toda la bahía de Caldera. Estas toman mayor importancia en las áreas con mayor flujo de observadores (habitantes y turistas), principalmente en el área de la costanera de Caldera, por su afluencia, y en el lado sur de la Bahía por su perspectiva frontal con el proyecto.
- Las alteraciones negativas en el área del proyecto corresponden a la remoción del suelo, lo que demuestra un alto grado de perturbación del lugar, el cual se ve atenuado por la homogeneidad del paisaje, principalmente de los colores, por lo que estas remociones no resultan de alto impacto. Es probable que en periodo con mayor abundancia de vegetación, el efecto visual de la perturbación se vea resaltado. Fuera del área del proyecto, las alteraciones negativas corresponden principalmente a actividades industriales.
- Las dos áreas singulares identificadas en el área del proyecto, corresponden al borde costero fragmentado, y a la zona de tafonis ubicados en las lomas más altas.
- La ruta de mayor importancia es la ruta 5 Norte, desde aquí el proyecto será visible esporádicamente. Otras vías importantes desde donde el proyecto será visible es la costanera de Caldera y la ruta que une Caldera y Calderilla.
- Finalmente, la ciudad de Caldera es la única localidad poblada con contacto visual directo con el área del proyecto.
- En cuanto a la evaluación de paisaje, se identificó sólo una unidad en el área del proyecto, la cual se encuentra dentro de la cuenca de la Bahía de Caldera, presentando alta vulnerabilidad visual (por la homogeneidad de sus componentes y patrones), sensibilidad visual medio alta (por su exposición visual a la ciudad de Caldera y accesibilidad), y por lo tanto presenta Fragilidad Visual medio alta.
- En resumen, el área del proyecto se considera de fragilidad visual medio alta, sin embargo las alteraciones visuales que pudiese generar el proyecto en su entorno, podrían verse mitigadas debido a que el área ya está intervenida e industrializada.



### **5.3.5 Medio Construido y Sistema Vial**

#### **5.3.5.1 Introducción**

En esta sección, se describe y caracteriza el medio construido y sistema vial del entorno inmediato al área del Proyecto.

#### **5.3.5.2 Objetivo**

Caracterizar el medio construido y sistema vial de la ciudad de Caldera y sus alrededores.

#### **5.3.5.3 Metodología**

La identificación y caracterización del medio construido y sistema vial del área del emplazamiento del Proyecto, se realizó mediante visitas a terrenos los días 27 al 29 de Mayo del 2008. Además de información de recopilada en PRC de Caldera y sus modificaciones.

#### **5.3.5.4 Resultados**

##### **Medio Construido**

La ciudad de Caldera es el centro de la actividad turística, además de ser un puerto minero, de donde se embarcan productos provenientes de Copiapó y Paipote.

En términos generales, la oferta de comercio, recreación, cultura y servicios, se encuentra concentrada en la zona urbana consolidada de Caldera, con excepciones puntuales en Bahía Inglesa que presenta cierta concentración estacional de comercio básico y servicios turísticos, lo que también se presenta en menor proporción en Loreto.

En el caso de equipamiento social, educacional y salud, éste se distribuye de manera más extendida, el resto del equipamiento, principalmente comercio y servicios se concentran en 2 sectores: El centro Histórico y turístico en el eje funcional de carácter más local en Av. Batallones de Atacama.

Desde el punto educacional, la ciudad de Caldera posee 7 establecimientos educacionales. También cuenta con un consultorio, un reten de carabineros y un cuartel de bomberos, 2 canchas de fútbol y un gimnasio.

En el análisis de los usos de suelos actuales del suelo urbano de Caldera<sup>1</sup>, donde se distingue una tendencia de agrupación de equipamiento, es decir, en lo que respecta a Loreto y Bahía Inglesa, el equipamiento es preponderantemente turístico y servicios asociados al comercio. Se puede agregar que en la periferia sur de Caldera, específicamente hacia el sector de calle Canal Beagle, se tiende a concentrar equipamiento de mayor envergadura (de tipo social), al menos en su tamaño predial, lo que resulta coherente con la magnitud de la vía que la enfrenta y donde existe territorio disponible para otros emplazamientos.

<sup>1</sup> Registro del diagnóstico Territorial, Estudio del PRC de Caldera, sobre situación 2004.



## **Viviendas**

La comuna de Caldera tiene 7.374 viviendas, de las cuales el 94% corresponde a viviendas urbana y el 6% son rurales.

## **Agua Potable**

El sistema de abastecimiento de agua potable para Caldera es proporcionado por la empresa sanitaria Aguas Chañar S.A. y abarca las bahías de Caldera, Calderilla hasta la localidad de Bahía Inglesa.

La fuente de abastecimiento de agua potable es la napa subterránea del valle del Río Copiapó, la cual es captada mediante una batería de 5 pozos, agrupados en un solo centro de producción denominado Recinto Vicuña, ubicado en la ciudad de Copiapó.

Cada sondaje tiene una impulsión de cemento de asbesto de 200 mm de diámetro que converge a una cañería de 400 mm de diámetro que descarga en un estanque semienterrado de 500 m<sup>3</sup>, instalado en el mismo recinto. Desde este estanque nace la aducción Copiapó-Caldera-Chañaral.

Las aguas captadas reciben como único tratamiento una desinfección bacteriana que consiste en adicionar gas cloro a las aguas en planta vicuña. Además, las aguas son rectoradas en los recintos de los estanques de Caldera y Chañaral.

## **Alcantarillado**

El sistema de evacuación de aguas servidas, es atendido por la empresa sanitaria Aguas Chañar S.A. y maneja un territorio operacional correspondiente con el agua potable, sin embargo, su cobertura real se centra en la ciudad de Caldera, no existiendo aun servicio para las localidades de Calderilla y Bahía Inglesa, cuya ejecución esta contemplada en un plan de inversión de la empresa.

El sistema de alcantarillado de Caldera cuenta con una planta de aguas servidas, para atender el sector de Playa Mansa, el cual por su cota no presenta la posibilidad de tener una solución gravitacional para sus aguas servidas.

La evacuación y tratamiento de las aguas servidas se hace a través de una Planta de Tratamiento emplazada en el sector industrial, borde oriente de la Bahía Caldera.

En la comuna de Caldera no existe sistema urbanos de redes de evacuación de drenajes de aguas lluvias, dada la condición climática que caracteriza la zona, con muy bajas precipitaciones anuales.

## **Electricidad**

El suministro actual es proporcionado por EMELAT (Empresa Eléctrica Atacama S.A.), compañía encargada de la distribución en la región, filial de EMEL.

## **Sistema Vial**

### Vialidad Comunal

La infraestructura vial comunal es la principal soporte de las relaciones productivas de la comuna y provincia de Copiapó, donde la polaridad de los centros urbanos y productivos le adjudica una función conectora exclusiva a la red que conecta el Puerto y ciudad de Caldera con Copiapó y paso internacional a Argentina, además de la continuidad norte hacia Chañaral donde confluyen otros caminos secundarios.

Entre la rutas que conforman la red secundaria, se pueden destacar las principales rutas de acceso desde la ruta 5 hacia la costa que son: la ruta C-372 que conecta con el balneario de Bahía Inglesa (es camino público, decretado como vialidad urbana del MOP), la ruta C-302 que conecta por el sur a Bahía Inglesa a través de Costanera Bahía Cisne y C-364 que conecta Puerto Viejo con Caldera.

### Vialidad Urbana

La estructura vial actual se encuentra desarrollada regularmente en la zonas urbanas consolidadas de Caldera y Bahía Inglesa, en el resto de los subcentros, incluyendo Loreto, la vialidad esta en caminos enrolados, vialidad de loteos aislados y un significativo número de huellas y caminos improvisados que surcan terrenos fiscales uniendo ambos sistemas, los que no obedecen a planificación previa o se establecen como atajos alternativos debido a los grandes sitios eriazos.

La **Figura 5.3-6** muestra la Vialidad asociada al área del Proyecto.

### **5.3.5.5 Conclusiones**

En términos generales y desde el punto de vista de la disponibilidad de ocupación del territorio del área urbana de Caldera, se presenta favorable, manteniendo una oferta coherente que dice relación con su vialidad, permitiendo su expansión debido a que no existe una limitación geográfica ni grandes superficies ocupadas actualmente, lo que permite un crecimiento y una planificación armónica con su entorno.

**Insertar Figura 5.3-6  
Vialidad y Medio Construido**



## 5.3.6 Áreas de Riesgos

### 5.3.6.1 Introducción

En esta sección, se describe y caracterizan los riesgos naturales en el área del Proyecto, obtenida a través de revisión bibliográfica del área en estudio.

### 5.3.6.2 Objetivo

Caracterizar los riesgos naturales asociados al área del Proyecto.

### 5.3.6.3 Metodología

Identificar los riesgos inherentes en el área de estudio, a través de la revisión bibliográfica.

### 5.3.6.4 Resultados

Los riesgos naturales más importantes para la zona dicen relación con movimientos sísmicos y, el sector costero los tsunamis.

#### **Sismos y Tsunamis**

Las características geotécnicas de la región de norte chico y su importante potencial sísmico, conjuntamente con el factor morfológico de la bahía de Caldera, son determinantes al momento de evaluar la vulnerabilidad del Puerto frente a un Tsunami. Dentro de este contexto, la determinación de las áreas inundables por un tsunami extremo constituye un aspecto fundamental que condiciona la efectividad de los planes locales de Protección Civil y el manejo de las áreas que potencialmente pueden ser afectadas.

Según lo informado por el Servicio Hidrográfico de la Armada <sup>2</sup>(SHOA) indica que la costa de Caldera se ha visto afectada al menos por 12 tsunamis con diferentes efectos, los cuales se han originado o asociado a la actividad sísmica que se registró en el norte de Chile, con magnitudes superiores a 7,0 grados.

El impacto de un tsunami al llegar a la costa depende de la magnitud del fenómeno que lo induce, la distancia desde su punto de origen de la costa, la configuración de la línea de costa y topografía submarina.

De acuerdo a la subsecretaría de Marina, una eventual ola de tsunami debería considerarse hasta una cota en tierra de aproximadamente 20 m.s.n.m, en base al rompimiento de una ola en los 2/3 de su altura máxima (ola de 29 m de altura), es decir a la cota 19 metros bajo el nivel del mar, como la línea que la ola revienta, considerando la horizontal hacia la tierra como la zona donde la ola baja, e inunda la tierra, produciendo además, por la dirección de los vientos, giros en algunos que pueden ser críticos.

---

<sup>2</sup> INE. Chile-Estadísticas del Medio Ambiente 1998-2002



A partir de una simulación numérica del tsunami de 1922, el SHOA elaboró la carta de inundación por Tsunami para el puerto de Caldera, en **Anexo 5.3-2**, de la cual a partir de la cota de inundación definida para Caldera, es posible presumir en principio y delimitar las áreas de riesgo en el borde costero, considerando una franja de seguridad hasta los 10 m.s.n.m. para instalaciones y usos mas vulnerables, a fin de resguardar la inclusión de esta variable de riesgo en el diseño y construcción y prevenir potenciales daños.

#### **5.3.6.5 Conclusiones**

Del análisis efectuado para este variable se puede inferir, que uno de los riesgos naturales potenciales para la zona, son los sismos y tsunamis que podrían sucederse.

Si bien la modelación proporciona una referencia bastante importante, ella no permite definir las curvas de inundación por tsunamis para el resto de las áreas del borde costero de la comuna.



## 5.4 MEDIO MARINO

### A CAMPAÑA VERANO

#### 5.4.1 Introducción

Durante el mes de marzo de 2008 se efectuó un monitoreo ambiental Marítimo en el sector de Caldera Norte, ubicado en la bahía de Caldera y aproximadamente 2,5 Km medidos en línea recta, al norte de la ciudad de Caldera, Región de Atacama.

#### 5.4.2 Objetivo

El objetivo del estudio es determinar las condiciones de línea base marítima y ambiental del sector de Caldera Norte, donde se desarrollarán actividades para la construcción del Proyecto.

#### 5.4.3 Antecedentes Generales

El presente documento entrega la información de una campaña de mediciones en terreno realizadas los días 7 y 8 de marzo del 2008, correspondiendo a Campaña Verano.

Se incluye un detalle de la metodología de muestreo y se analizan los datos recopilados en el muestreo, desde un punto de vista ambiental. Se entregan tablas y gráficos con los resultados. Al final del Acápito 5.4, se discuten los resultados y se entregan conclusiones.

La **Figura 5.4-1** siguiente presenta la localización general del área de estudio y la ubicación de las estaciones.

**Figura 5.4-1**  
**Ubicación de las Estaciones de Monitoreo para el Medio Marino**



La zona costera del borde norte de la bahía de Caldera es, principalmente, de formación rocosa, con sectores que presentan desniveles de fuerte pendiente al mar, en la zona de muestreo intermareal se observa una pendiente suave. En el borde costero se observó una playa pequeña de fácil acceso. En general no se observó gran diversidad y abundancia de especies intermareales y los fondos rocosos se encontraron descubiertos.



## 5.4.4 Resultados

### 5.4.4.1 Estudio de la Columna de Agua

#### a) Metodología

Se realizó un muestreo oceanográfico y bentónico. Las estaciones se ubicaron mediante sistema de posicionamiento satelital (GPS). La **Tabla 5.4-1** presenta un resumen con las estaciones de muestreo, las variables y las coordenadas.

**Tabla 5.4-1**  
**Estaciones de Muestreo. Variables Medidas y Coordenadas**  
**Caldera Norte, Marzo 2008 (Datum WGS-84)**

ESTACION	MATRIZ	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS UTM
E1	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	17.2	319.281 E. 7.007.440 N
E2	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	11.0	319.848 E. 7.007.193 N
E3	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	10.2	319.932 E. 7.007.053 N
E4	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	7.7	320.178 E. 7.006.913 N
E5	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	11.3	320.147 E. 7.006.740 N
E6	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	14.0	319.958 E. 7.006.860 N
E7 (Control)	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	15.1	318.170 E. 7.006.174 N
T1	Bentos intermareal	-	319.921 E. 7.007.291 N
T2	Bentos intermareal	-	319.961 E. 7.007.251 N
T3	Bentos intermareal	-	319.976 E. 7.007.145 N
T4	Bentos intermareal	-	320.052 E. 7.007.149 N
T5	Bentos intermareal	-	320.147 E. 7.007.137 N
T6	Bentos intermareal	-	320.289 E. 7.006.838 N
T7 (Control)	Bentos intermareal	-	318.865 E. 7.004.936 N
TR1	Submareal Rocosos	4.8	319.435 E. 7.007.268 N
TR2	Submareal Rocosos	4.0	319.864 E. 7.007.243 N
TR3	Submareal Rocosos	6.8	319.997 E. 7.007.082 N
TR4	Submareal Rocosos	6.2	320.211 E. 7.006.892 N
TR5	Submareal Rocosos	11.3	320.147 E. 7.006.740 N
TR6	Submareal Rocosos	14.0	319.958 E. 7.006.860 N

Las metodologías físico-químicas empleadas para el muestreo y posterior análisis de las aguas, están basadas en las recomendaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La preservación de las muestras de agua, está basada en lo establecido en el "Standard Methods".



El día 8 de marzo/2008 se ejecutó el muestreo físico-químico de la columna de agua de mar en Caldera norte, a dos niveles de profundidad (superficie y fondo) en estaciones ubicadas según el esquema de la **Figura 5.4-1**.

Las variables analizadas fueron:

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Transparencia del agua (secci)
- pH
- Vanadio
- Niquel
- Cobre
- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Hierro
- Cromo
- Mercurio
- Sólidos suspendidos totales
- Aceites y grasas
- Hidrocarburos volátiles
- Hidrocarburos fijos
- Coliformes fecales

Las metodologías químicas y los límites de detección empleados en este monitoreo en la columna de agua de mar, son indicados en la **Tabla 5.4-2**.

**Tabla 5.4-2**  
**Metodologías Químicas de Parámetros Físico-Químicos de Agua de Mar, Marzo 2008**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>METODOLOGÍA QUÍMICA</b>
Temperatura (°C)	Termometría
Oxígeno Disuelto (mg/l)	Oxigenómetro digital
Salinidad (psu)	Salinómetro
Sólidos Suspendidos (mg/l)	Standard Methods 5520 D
Coliformes fecales	Standard Methods 9221 E
Vanadio	Standard Methods 3113 B
Níquel	Ldt 12-01-111-l
Cobre	Ldt 12-01-141-l
Plomo	Ldt 12-01-108-l
Cromo Total	Standard Methods 3113 B
Mercurio	Standard Methods 3112 B
Zinc	Ldt 12-01-109-l
Cadmio	Ldt 12-01-108-l
Hierro	Standard Methods 3111 B
Aceites y grasas	Standard Methods 5520 D
Hidrocarburos Fijos	Standard Methods 5520 F
Hidrocarburos volátiles	Standard Methods 6220 F
pH	pHmetro digital

**b) Resultados y Comentarios**

Los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua de mar se presentan en la **Tabla 5.4-3**.

**Tabla 5.4-3**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

<b>ESTACIÓN 1</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>17.2 (m)</b>	<b>Niveles de Referencia (ppm)*</b>
Temperatura (°C)	16.4	14.6	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5.8	5.5	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.6	32.7	
Conductividad	41.60	40.01	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	0.8	1.8	<25 (Clase 1)
Ph	7.94	7.83	7.5-8.5 (Clase 1)



ESTACIÓN 1			
Parámetros	0 (m)	17.2 (m)	Niveles de Referencia (ppm)*
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	-----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.001	<0.001	-
Níquel (ppm)	0.0032	0.0024	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0044	0.0022	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	0.0012	0.0008	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0185	0.0163	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0152	0.0155	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	5.5 m		1.2 m

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

ESTACIÓN 2			
Parámetros	0 (m)	11(m)	Niveles de Referencia (ppm)*
Temperatura (°C)	17.3	16.4	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.6	5.7	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.5	32.7	
Conductividad	42.15	41.70	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	2.5	1.9	<25 (Clase 1)
Ph	7.91	7.94	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	<2	-----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.001	0.0064	-
Níquel (ppm)	0.0022	0.0011	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0029	0.0019	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	0.0038	0.0024	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0071	0.0161	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0075	0.0010	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	5.5 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

ESTACIÓN 3			
Parámetros	0 (m)	10.2 (m)	Niveles de Referencia (ppm)*
Temperatura (°C)	18.3	16.3	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	4.6	4.8	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.6	33.0	
Conductividad	43.30	41.72	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	1.2	1.2	<25 (Clase 1)
Ph	7.94	7.90	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	0.0034	<0.0010	-
Níquel (ppm)	0.0019	0.0013	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0045	0.0053	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.0005	0.0019	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0131	0.018	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.0010	0.0096	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	6.5 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

<b>ESTACIÓN 4</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>7.7 (m)</b>	<b>Niveles de Referencia (ppm)*</b>
Temperatura (°C)	18.1	17.7	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5.2	6.1	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.6	32.5	
Conductividad	43.10	42.75	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	19.9	1.1	<25 (Clase 1)
Ph	7.91	7.92	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	-----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	0.0043	<0.0010	-
Níquel (ppm)	0.0011	0.0036	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0021	0.0034	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	0.0012	0.0007	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0233	0.0202	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0031	<0.0010	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	7.0 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte, Marzo 2008.**  
**Estaciones 1 - 7**

<b>ESTACIÓN 5</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>11.3 (m)</b>	<b>Niveles de Referencia (ppm)*</b>
Temperatura (°C)	18.0	16.8	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5.4	5.2	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.6	33.0	
Conductividad	43.06	42.37	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	1.6	1.3	<25 (Clase 1)
pH	7.88	7.85	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	-----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	0.0052	<0.0010	-
Níquel (ppm)	0.0036	0.0014	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0033	0.0024	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	0.001	0.0008	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0254	0.0131	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0044	0.0051	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	4.0 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile., marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

<b>ESTACIÓN 6</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>14(m)</b>	<b>Niveles de Referencia (ppm)*</b>
Temperatura (°C)	18.7	14.8	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5.0	4.0	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.5	33.1	
Conductividad	43.13	40.49	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	1.1	1.9	<25 (Clase 1)
Ph	7.85	7.75	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	-----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.0010	0.0057	-
Níquel (ppm)	0.0017	0.0017	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0056	0.0047	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	0.0019	0.0009	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0112	0.0132	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0101	0.0097	-
Cromo Total (ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	6.0 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

**Tabla 5.4-3 (continuación)**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**  
**Estaciones 1 - 7**

ESTACIÓN 7 (Control)			
Parámetros	0 (m)	15.1m	Niveles de Referencia (ppm)*
Temperatura (°C)	18.0	15.2	16 – 18 (**)
Oxígeno Disuelto (mg/l)	4.9	4.4	>6.65 (**)
Salinidad (psu)	32.6	32.8	
Conductividad	43.15	40.67	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	1.9	6.7	<25 (Clase 1)
Ph	7.93	7.96	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2	----	<2 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.0010	<0.0010	-
Níquel (ppm)	0.0014	0.0026	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	0.0017	0.0145	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.003 (Clase 1)
Zinc (ppm)	0.0235	0.0173	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	0.0081	0.0149	-
Cromo Total(ppm)	<0.001	<0.001	<0.01 (Clase 1)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0005 (Clase 3)
Aceites y grasas (ppm)	<0.1	<0.1	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<0.1	<0.1	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<1	<1	-
Transparencia del Agua (m)	6.5 m		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile, marzo 1996.

Con relación a la **Tabla 5.4-3**, podemos hacer el siguiente análisis por parámetro:



### **Temperatura**

Los valores de temperatura se encuentran en un rango de 14.6-18.7°C, con una variación máxima de 2.3 (°C) para las muestras tomadas en superficie y una variación máxima de 3.1 (°C) en las muestras tomadas en el fondo. La menor temperatura registrada para las muestras tomadas en superficie y fondo fue medida en la estación E1. La mayor temperatura registrada la entregó la estación E6 para las muestras tomadas en superficie y la estación E4 para las muestras tomadas en el fondo. La temperatura en la columna de agua de mar, se encuentran dentro del rango normal de acuerdo a los registros del Atlas Oceanográfico de la Armada (SHOA. marzo 1996) (16 a 18° C), y además se evidencia que las temperaturas en las áreas muestreadas son homogéneas. Igualmente, no se detectó la presencia de termoclina en los primeros metros de profundidad, ya que por definición se habla de una termoclina cuando la temperatura disminuye 1°C o más por metro de profundidad (Pinet. 1998).

### **Oxígeno Disuelto**

Los valores registrados se encuentran dentro del rango 4.0-6.6 mg/l. con los valores mínimos registrados en la estación E3 para las muestras en superficie y en la estación E6 para las muestras tomadas en el fondo. Para los valores máximos registrados, estos se encuentran en la estación E2 para las muestras tomadas en superficie y E4 para las muestras tomadas en el fondo. Además existe una variación máxima de 2.6 (mg O<sub>2</sub>/l) entre las mediciones realizadas.

Al convertir estos resultados a porcentaje de saturación (Weis. 1970) para compararlos con la Guía de la CONAMA de Calidad ambiental, resulta que las estaciones E1, E2, E4 y E5 tienen más de un 90% de saturación (aguas de clase 1) y las restantes están dentro de las aguas de clase 2.

### **Sólidos Suspendidos**

Las partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en la columna de agua (sólidos suspendidos totales) que fueron registradas en éste monitoreo oscilan entre los 0.8 y 19.9 mg/L en superficie y los 1.1 y 6.7 mg/L en el fondo. De acuerdo a la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, corresponden a aguas de clase 1, que son aguas de excelente calidad.

### **pH**

Los valores de este parámetro fueron homogéneos con tendencia a alcalino, cuyos valores oscilan entre los 7.75 y 7.96 con una variación de 0.21, lo que corresponderían a aguas clase 1, de excelente calidad, de acuerdo a la Tabla 3 de Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

### **Coliformes Fecales**

Los resultados en éste monitoreo muestran valores bajos, inferiores a 2 NMP/100mL lo que según la Tabla N° 3 de la Guía de Calidad Ambiental CONAMA (<2 NMP/100mL) representaría aguas de muy buena calidad, aptas para cualquier uso o de Clase 1.



### **Vanadio**

Los valores de éste parámetro registrados tienen un promedio de 0.0024 mg/L en superficie y en el fondo lo que es un valor muy bajo. Sin embargo, aunque no hay una referencia específica, de acuerdo a otros estudios realizados en la zona, por ejemplo Punta Caleta, los resultados son similares (<0.001- 0.01 mg/l).

### **Niquel**

Los valores registrados tienen un promedio de 0.022 ppm en superficie y 0.020 ppm en el fondo y corresponderían a aguas de clase 2 en 5 estaciones (E1, E2, E4, E5 y E7) y en E3 y E6 los valores corresponden a aguas de clase 1 Según la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, son aguas de buena calidad y aptas para el desarrollo de ecosistemas marinos. Al comparar estos valores, con lo entregado por la EPA<sup>1</sup> (Office of science and technology, 2006), están dentro de las condiciones normales, ya que no superan los 0.074 ppm.

### **Cobre**

Los valores de este metal en la columna de agua son inferiores a 0.01 ppm con un promedio de 0.0035 ppm en superficie y 0.005 ppm en el fondo, que corresponden a aguas Clase 1 según los valores de la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. De acuerdo a los valores referenciales de la EPA (Office of science and technology, 2006), no debieran superar los 0.005 ppm, por lo tanto las muestras de agua analizadas no presentarían contaminación por cobre.

### **Plomo**

Los valores registrados en esta campaña son muy buenos. ya que se encuentran dentro del rango de aguas excelente calidad, clase 1 (<0.003 ppm), según los valores de la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas y también de acuerdo a los valores de National Recommended Water Quality Criteria, de la EPA (2006), que establece un máximo nivel de este contaminante de 0.015 ppm.

### **Zinc**

Los valores registrados fueron bajos en todas las estaciones, con un promedio de 0.0141 ppm en superficie y 0.0163 ppm en el fondo, y la menor concentración fue registrada en la estación E2 a nivel de superficie y la mayor en la estación E5 en el fondo. Al hacer la comparación con los rangos de la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental (<0.03 ppm), son clasificados como aguas clase 1, agua de muy buena calidad, apta para el desarrollo de actividades como la acuicultura y pesqueras extractivas, entre otras. Al comparar estos resultados con los de la EPA (National Recommended Water Quality Criteria, 2006), también estaría dentro del rango de lo normal (<0.09 ppm).

---

<sup>1</sup> Environmental Protection Agency - USA



### **Cadmio**

Los registros de éste metal no esencial disuelto, fueron bajos en todas las estaciones presentando un valor inferior a 0.0005 ppm y muy inferior además, al referencial de la Tabla N° 3 de la Guía de Calidad Ambiental CONAMA, que es de <0.005 ppm, lo cual correspondería a aguas de Clase 1 y también de acuerdo a los estándares internacionales, como la EPA (National Recommended Water Quality Criteria, 2006) que establece un nivel máximo de 0.05 ppm, es decir, son aguas de muy buena calidad y aptas para la conservación de comunidades acuáticas, desalinización de agua para consumo humano y demás usos definidos, cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta clase.

### **Hierro**

Los valores de este parámetro fueron bajos, <0.001 ppm para las estaciones E3 en superficie y E4 en el fondo y 0.0155 ppm en la estación E1 en el fondo. No hay una referencia específica para este parámetro, sin embargo, al comparar este valor con valores estándares de Canadá (0.3 ppm). España (0.2 ppm) y EEUU (0.3 ppm), podemos decir que el hierro presenta valores bajos y no afectan el ambiente marino.

### **Cromo Total**

Los valores de este metal esencial son bajos, <0.001 ppm en todas las estaciones, resultando aguas de clase 1 según la Guía de Calidad Ambiental CONAMA y además, al comparar estos resultados con los entregados por la EPA (National Recommended Water Quality Criteria, 2006), estos no debieran superar un nivel de 0.1 ppm, por lo tanto no hay indicios de este contaminante en el sector.

### **Mercurio**

Los valores para este parámetro fueron los mismos en todas las estaciones muestreadas. <0.001 ppm y de acuerdo a la Tabla N° 3 de la Guía de Calidad Ambiental de la CONAMA este valor supera el parámetro para la clase 3 (aguas de regular calidad) que es de 0.0005ppm. Cabe destacar que el límite de detección para este parámetro es de <0.001 ppm, por lo que no se puede dar un análisis consistente. Sin embargo, de acuerdo a los valores entregados por la EPA (National Recommended Water Quality Criteria, 2006), los valores de este metal no debieran superar los 0.0018 ppm, por lo que ningún resultado estaría por sobre este criterio y no habría indicios del contaminante en las aguas del sector.

### **Aceites y Grasas**

En esta campaña los valores de aceites y grasas no superaron los 0.1 ppm en todas las estaciones muestreadas, y según la Tabla N° 3 de Normas de Calidad (CONAMA, 2003), el valor máximo para clase 1 es de 5 ppm.

### **Hidrocarburos Fijos y Volátiles**

En el monitoreo se presentaron valores inferiores a 0.1 ppm para hidrocarburos fijos y del orden de <1 ppm de hidrocarburos volátiles en todas las estaciones muestreadas en las aguas del sector de interés. No hay una referencia específica para estos tipos de hidrocarburos sin embargo, Hidrocarburos Totales= Volátiles+ Fijos y de acuerdo a la Tabla N° 3 de la Guía de Calidad Ambiental CONAMA, para las aguas de clase 3 (de regular calidad) el valor de referencia es de 0.05-1 ppm lo que se ajustaría a la sumatoria de los valores registrados en esta campaña.



### **Transparencia del Agua**

Mediante disco Secci fue determinada la transparencia del agua de mar, que presentó valores dentro del rango [4.0-7.0] (m), encontrándose el valor mínimo en la estación E5 y el valor máximo en la estación E4. Estos valores demuestran condiciones de aguas muy transparentes. Según la Norma de Calidad de Aguas Marinas, el valor mínimo es de 1.2 m. donde hay suficiente cantidad de luz para que el fitoplancton realice fotosíntesis.

Se puede concluir que prácticamente todas las variables físicas, químicas y microbiológicas definidas para establecer el estado de condición o calidad actual de la matriz acuosa, no evidenciaron señales de alteración atribuibles a causas de origen antrópico y en general, todas las variaciones observadas, tanto físicas como químicas, obedecen a la variabilidad natural de un sistema marino costero sujeto a múltiples procesos oceanográficos. Únicamente los hidrocarburos fijos y volátiles presentaron valores altos.

#### **5.4.4.2 Caracterización de Sedimentos**

##### **a) Metodología**

Se establecieron 6 estaciones de muestreo de sedimentos, más 1 de control en el área de estudio. Las estaciones se encuentran identificadas y georreferenciadas en la **Figura 5.4-1**.

Las muestras fueron recolectadas mediante lances de dragas Khalsico de 0.1 m<sup>2</sup> de mordida. En cada estación se extrajo aproximadamente 1.000 g de sedimento. Las muestras se conservaron en bolsas etiquetadas y trasladadas en envases aislantes, para su posterior análisis en laboratorio.

Luego en laboratorio se hizo el análisis granulométrico y con los resultados se realizó un análisis estadístico utilizando la metodología de Folk. Los variables a analizar fueron:

- Granulometría
- Vanadio
- Níquel
- Cobre
- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Hierro
- pH
- Potencial redox

El método de análisis utilizado se muestra en la **Tabla 5.4-4**.

**Tabla 5.4-4  
Metodologías Químicas de los Parámetros Físico  
Químicos en Sedimentos, Marzo. 2008**

<b>Parámetro</b>	<b>Metodología Química</b>
pH	pHmetro digital ( <i>in situ</i> )
Vanadio	Standard Methods 3113 B
Níquel	EPA 7520
Cobre	EPA 7210
Plomo	EPA 7420
Zinc	EPA 7950
Cadmio	EPA 7130
Hierro	Standard Methods 3111 B
Potencial Redox	Electrodo marca Sentix ORP ( <i>In Situ</i> )

Para el análisis de granulometría, las muestras se secaron en estufa en su totalidad. la que fue pesada utilizando una balanza de precisión con un rango de 0.1 gr. Luego se determinó el tamaño de las partículas constituyentes según la escala propuesta por Wentworth (1922). Para ello se realizó una clasificación de la muestra por tamaño utilizando 5 tamices, de ésta manera la muestra original quedó dividida en 5 fracciones, las que posteriormente se pesaron, determinándose para cada una de ellas el porcentaje relativo. Las aberturas de mallas de cada tamiz se presentan en la **Tabla 5.4-5**.

**Tabla 5.4-5  
Tamices Utilizados y Tamaño del Grano Correspondiente**

<b>Tamiz</b>	<b>Tamaño del grano</b>	<b>Abreviación</b>
> 1 mm	Arena muy gruesa	AMG
> 0.49 mm	Arena gruesa	AGR
> 0.25 mm	Arena media	AMD
> 0.13 mm	Arena fina	AFI
> 0.06 mm	Arena muy fina	AMF

## b) Resultados

Los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de sedimentos de mar se presentan en la **Tabla 5.4-6**.

**Tabla 5.4-6**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en los Sedimentos**  
**Caldera Norte. Marzo 2008**

Parametro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7 (control)
pH	7.51	7.54	7.74	7.66	7.55	7.39	7.46
Vanadio (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.7
Níquel (ppm)	114.6	41.7	31.7	38.2	24.5	22.6	26.4
Cobre (ppm)	<1.0	1.0	<1.0	<1.0	11.2	<1.0	10.1
Plomo (ppm)	41.0	33.3	38.8	30.2	25.2	21.9	41.3
Zinc (ppm)	5.8	9.5	5.5	8.2	9.6	6.0	13.9
Cadmio (ppm)	0.3	<0.2	<0.2	0.6	0.63	<0.2	0.2
Hierro (ppm)	945.0	2.051.8	1.146.3	2.512.4	2.011.6	1.884.6	8.979.2
Potencial Redox (mV)	135.6	130.1	177.1	112.6	185.4	131.2	115.1

Con relación a la **Tabla 5.4-6**, podemos hacer el siguiente análisis:

### pH

El grado de acidez o alcalinidad de los sedimentos medida a través del pH, indicó que los sedimentos en la zona tienen un pH neutro, con tendencia a alcalino cuyos valores se encuentran dentro del rango [7.39-7.74] presentando una diferencia máxima de 0.35, lo que indica un comportamiento homogéneo en las estaciones. El valor máximo registrado se encuentra en la estación E3 y el valor mínimo en la estación E6.

### Vanadio

Los valores registrados en el sedimento del sector de interés son homogéneos en 6 estaciones, con valor de <0.2 ppm, solo la estación 7 presenta un valor diferente 0.7 de igual forma son valores bajos. De acuerdo a la referencia de Buchmann (1999) los valores debieran ser inferiores a 50 ppm para que no haya efectos adversos. Otros estudios realizados en el país como en la Bahía de Quintero (Fiordo El Manzano) realizado por Eco Tecnos Ltda. (2004). muestran valores de este parámetro entre los 0.88-1.28 ppm y en un análisis de Metales Traza en Sedimentos en los fiordos Australes (42.5° al 45.5° S) realizado por Ahumada (2007), los valores de vanadio están entre 0.24-0.26 ppm. En conclusión. no hay contaminación de vanadio en este sector.



### **Níquel**

Los valores de este parámetro presentaron variaciones, en especial en la estación E1 en que el valor fue de 114.6 ppm. En el estudio de Metales Traza en Sedimentos de los Fiordos del Sudeste del Pacífico (42.5° al 46.5°) realizado por Ahumada *et al* (2007), los valores para el níquel oscilan entre los 0.047-0.051 ppm. Según los valores de Buchman (1999), la concentración en la cual rara vez se espera que ocurran efectos adversos es de 15.9 ppm, en tanto donde sí se esperarían efectos adversos frecuentemente (Probable Effects Levels (PELs)), es de 42.8 ppm y en esta estación se supera ese valor. De acuerdo a la referencia, este valor causaría efectos aparentes en larvas principalmente.

### **Cobre**

Los valores de cobre en este monitoreo, están dentro del rango referencial (20 - 30 ppm) de Buchman (1999). Los valores están dentro del Threshold Effects Levels (TEs), cuya concentración máxima es de 18.7 ppm. En otros estudios realizados en nuestro país como en Chañaral. Bahía de Valparaíso por ejemplo, los valores oscilan entre los 580 ppm y 39.0-121.6 ppm, respectivamente. Por otra parte, de acuerdo a la normativa canadiense (Ministry of Environment. 1993) el valor para que halla un efecto ligero es de 16.0 ppm y de 110.0 ppm para que ocurra un efecto en forma severa.

### **Plomo**

Los valores del monitoreo oscilan entre los 21.09 ppm y 41.3 ppm y de acuerdo a estudios de Buchman (1999), el rango normal oscila entre 20 – 30 ppm. Este es un elemento altamente insoluble y reactivo con las partículas, siendo disponible rápidamente para las comunidades bentónicas (Muñoz & Salamanca. 2001). En consecuencia, este parámetro se presenta con valores dentro del rango en las estaciones E4, E5 y E6 y en el resto de las estaciones muestreadas sobrepasan los límites, por lo que las especies bentónicas presentes en el sector podrían presentar ciertos rasgos de estar contaminados por plomo. Sin embargo de acuerdo a la referencia EPA de Estados Unidos (Army Corps of Engineers. 1977), los valores inferiores a 40 ppm representan sedimentos no contaminados, como ocurriría en el caso de casi todas las estaciones monitoreadas a excepción de la E1 que tiene 41 ppm (40-60 ppm).

### **Zinc**

Los valores registrados oscilan entre los 5.5 ppm para la E3 y 13.9 ppm en la estación control. son considerados valores bajos, ya que según la referencia de Buchman (1999) el valor máximo natural es de 100 ppm, por lo tanto no se advierten sedimentos contaminados por éste parámetro. De acuerdo a la normativa canadiense (Ministry of Environment, 1993), los valores para este parámetro no deben superar los 120 ppm (Nivel de efecto ligero) y los valores que superen los 820 ppm causarían un severo efecto.

### **Cadmio**

Los valores de cadmio registrados en este monitoreo fueron muy bajos en algunas estaciones, del orden de 0.2 ppm, y en otras como la E5 y E4 los valores fueron 0.63 y 0.3 ppm respectivamente. Al comparar estos valores con los valores referenciales de Buchman (1999) (0.04 a 0.5 ppm) y aquellos establecidos para Suecia (0.3 ppm), se puede concluir que las dos estaciones con los valores mayores sobrepasan estos valores de referencia por lo que hay indicios de una contaminación por cadmio en estos sectores específicamente. Para la EPA el valor umbral es de 31 ppm.

**Hierro**

Los valores referenciales de concentración normal, según Buchman (1999) en los sedimentos son de 9.900-18.000 ppm. En este monitoreo. se obtuvo valores más bajos a los valores de referencia. Por lo tanto, los sedimentos del área de estudio no están contaminados por hierro.

**Potencial Redox**

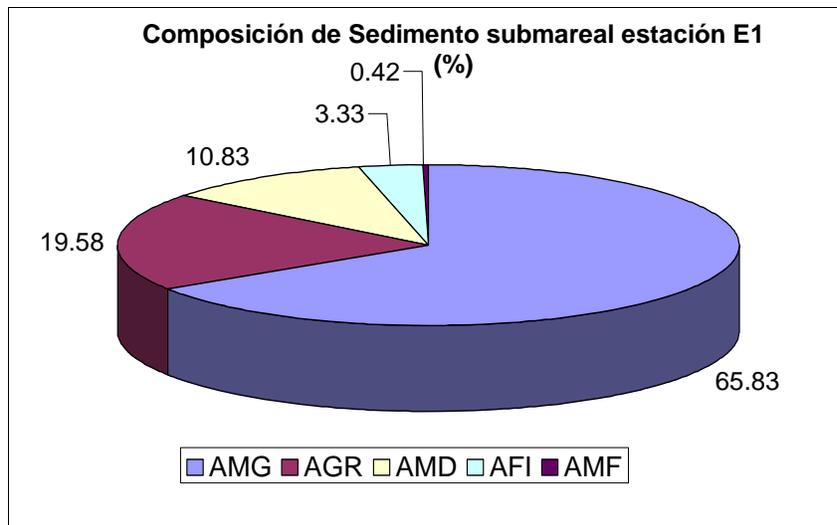
Los valores registrados en las 7 estaciones resultaron positivos, lo que es muy favorable ya que indican sedimentos óxicos (valores negativos son indicativos de sedimentos anóxicos). Como referencia en estudios previos en Caldera muestran valores de 20.2-123.4 los cuales reflejan normalidad y que no hay pobreza de oxígeno.

Se puede concluir que en general los sedimentos presentan niveles normales de metales y por lo tanto no provocarían efectos adversos en la biota marina.

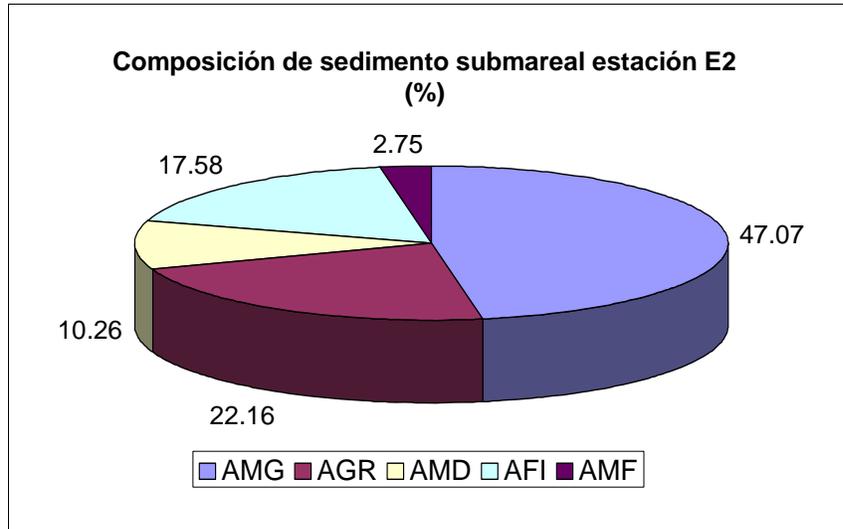
**Granulometria**

Los resultados del análisis granulométrico de las muestras de sedimentos submareales de Caldera Norte se entregan en la **Tabla 5.4-7** y en las **Figuras 5.4-2 a 5.4-8**.

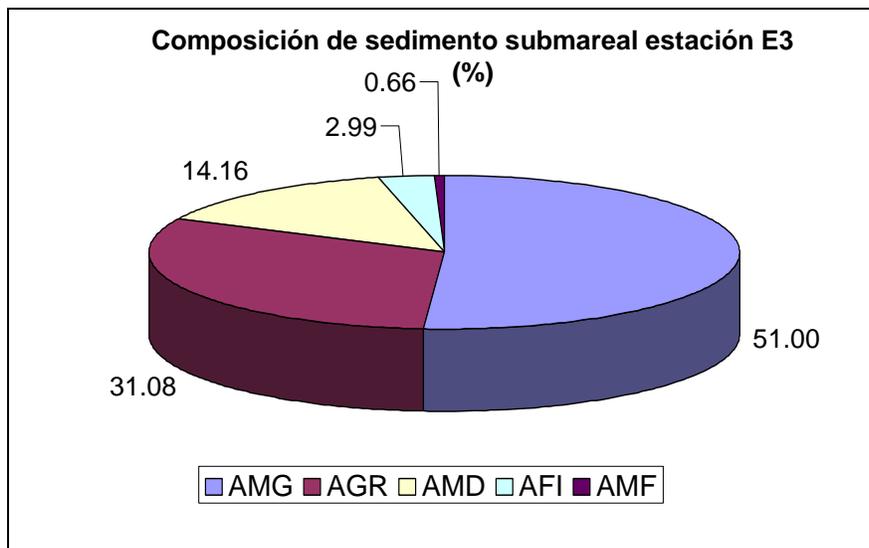
**Figura 5.4-2**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 1**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



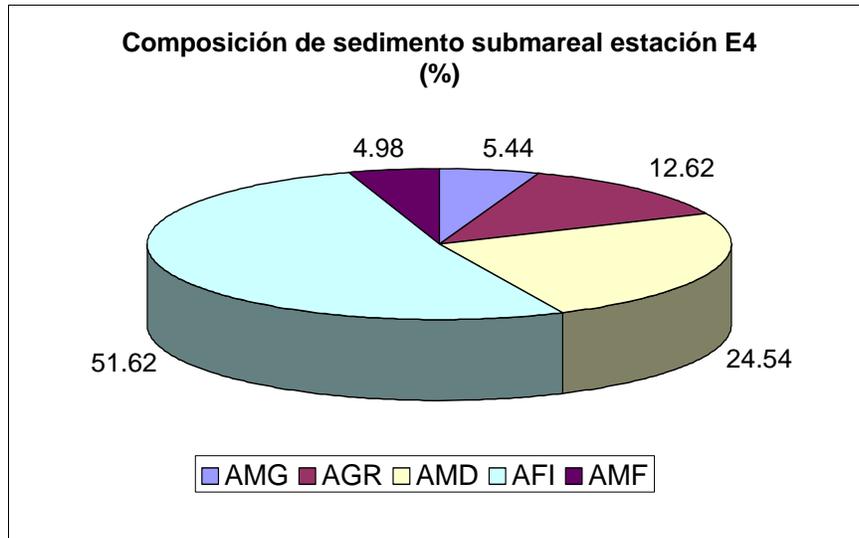
**Figura 5.4-3**  
**Gráfico de Características del Sedimento en la Estación Submareal 2**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



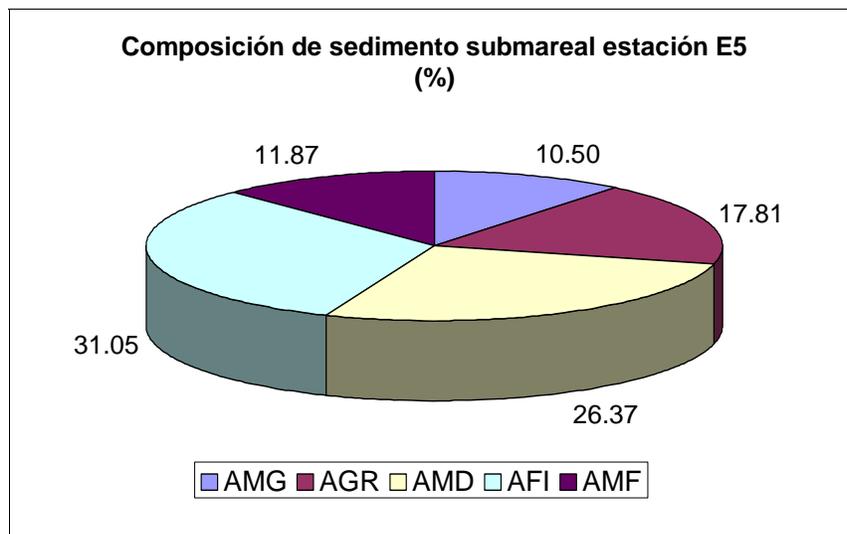
**Figura 5.4-4**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 3**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



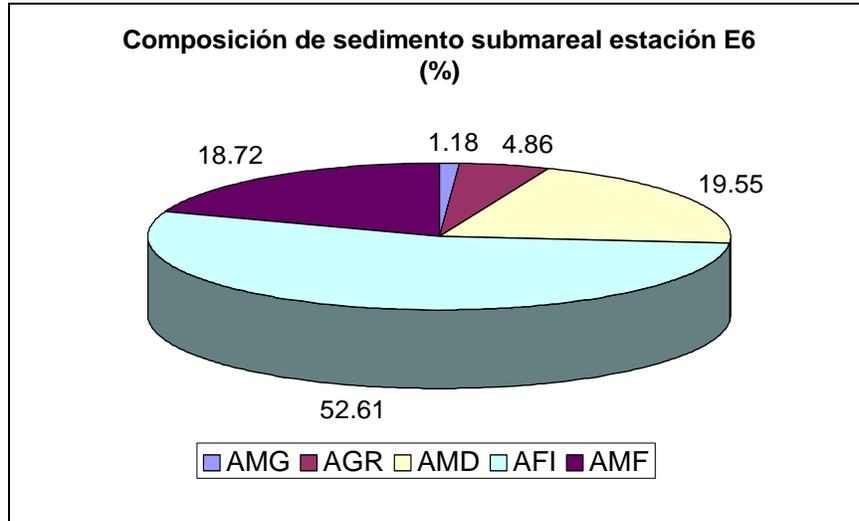
**Figura 5.4-5**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 4**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



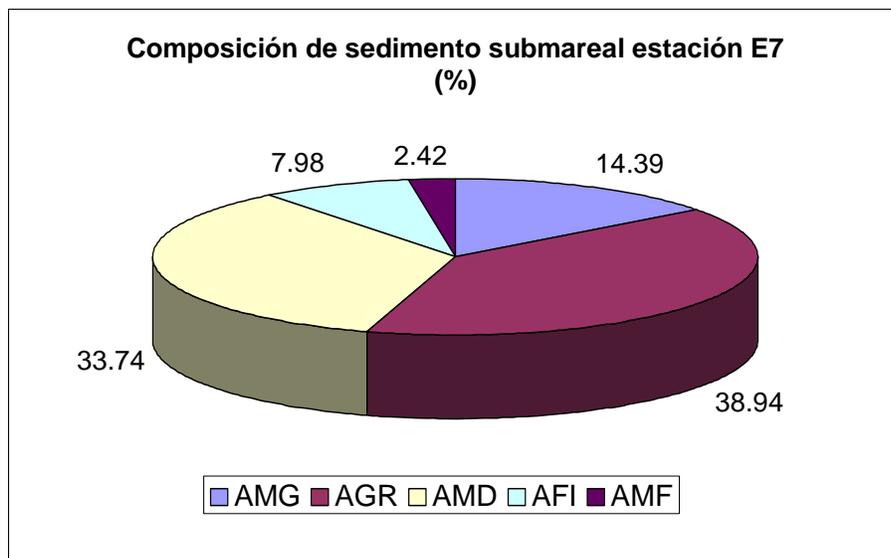
**Figura 5.4-6**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 5**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



**Figura 5.4-7**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 6**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



**Figura 5.4-8**  
**Características del Sedimento en la Estación Submareal 7**  
**Caldera Norte, Marzo 2008**



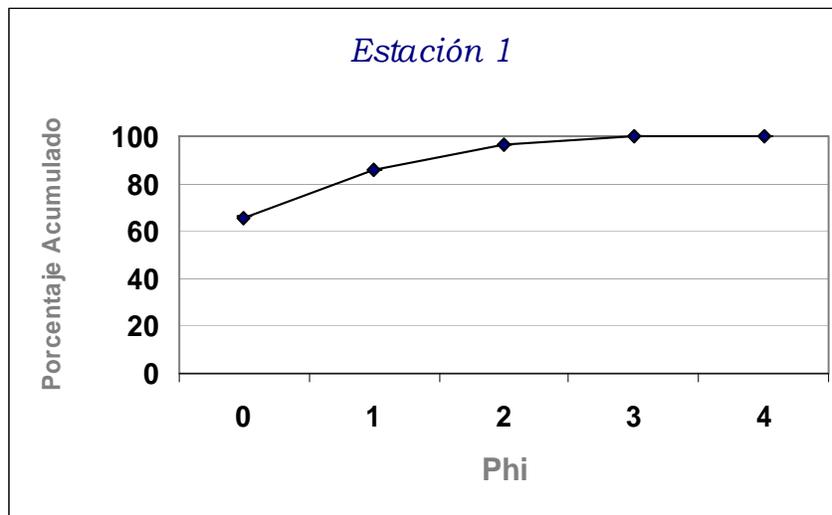
**Tabla 5.4-7**  
**Resultados de Análisis Granulométrico en el Sedimento Submareal**  
**De Caldera Norte, Marzo 2008**

Estacion	Clasificacion Wenworth
E1	AMG (Arena muy gruesa)
E2	AMG (Arena muy gruesa)
E3	AMG (Arena muy gruesa)
E4	AFI (Arena fina)
E5	AFI (Arena fina)
E6	AFI (Arena fina)
E7 (control)	AGR (Arena gruesa)

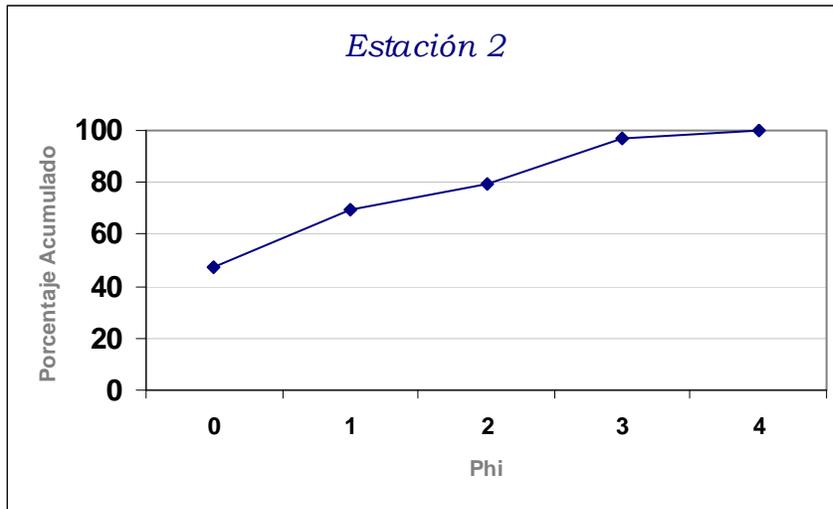
El diámetro del grano se encontró entre los 1 a 0.49 mm, en las estaciones muestreadas E1, E2 y E3, clasificándose dentro del grado arena muy gruesa (AMG). Las estaciones E4, E5 y E6, tuvieron cierto grado de variación, encontrándose dominadas principalmente por granos mas finos (AFI) y la estación de control E7 se clasifica como arena gruesa (AGR) según la clasificación de Wentworth (1922).

En las **Figuras 5.4-9 a 5.4-15** se muestran curvas acumulativas por estación, para hacer el análisis estadístico de Folk, donde se muestran los resultados en la **Tabla 5.4-8**.

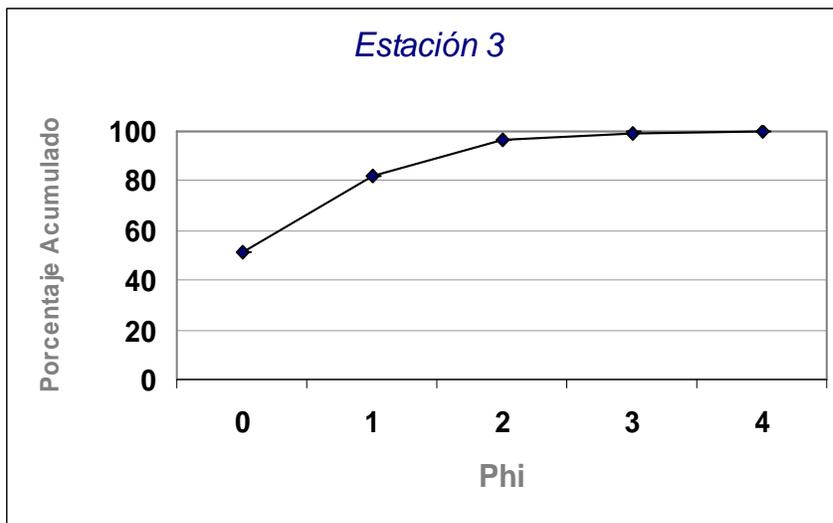
**Figura 5.4-9**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 1, Caldera Norte**



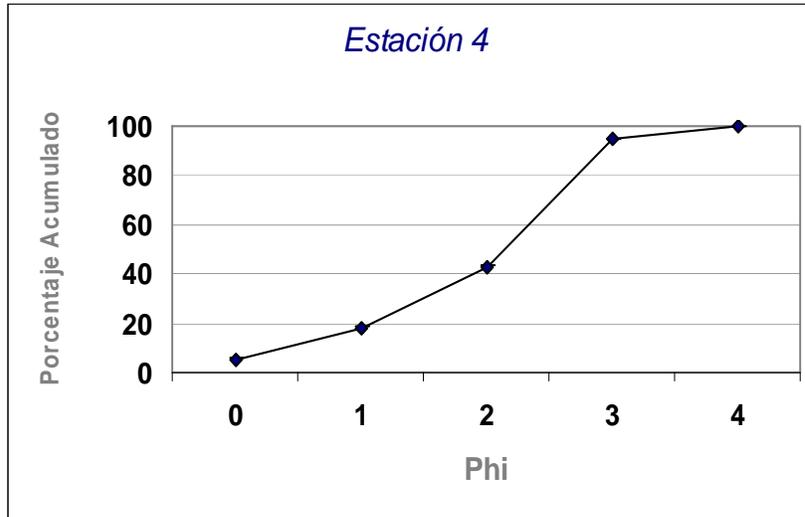
**Figura 5.4-10**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 2, Caldera Norte**



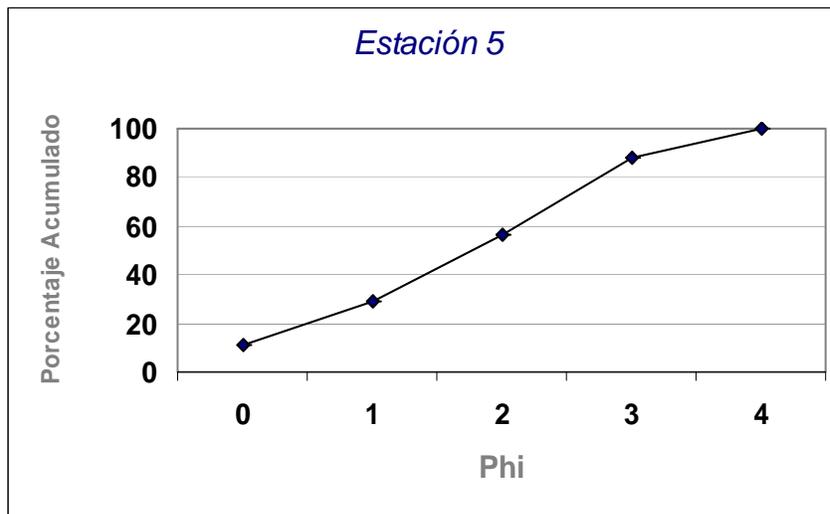
**Figura 5.4-11**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 3, Caldera Norte**



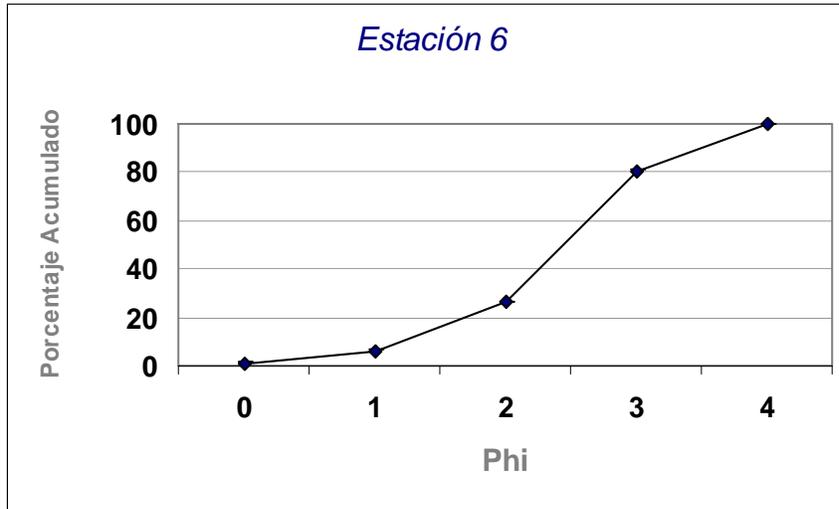
**Figura 5.4-12**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 4, Caldera Norte**



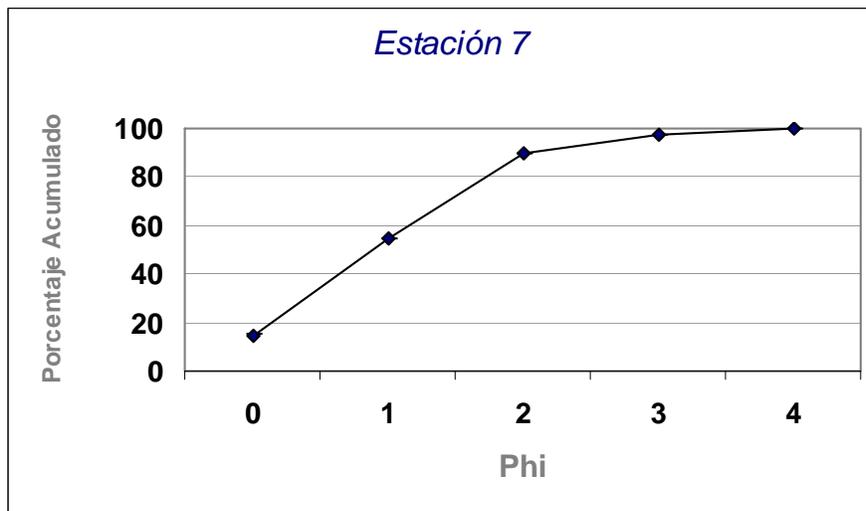
**Figura 5.4-13**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 5, Caldera Norte**



**Figura 5.4-14**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 6, Caldera Norte**



**Figura 5.4-15**  
**Curvas de Porcentajes Acumulativos v/s**  
**Tamaño de las Partículas en Estación 7, Caldera Norte**



**Tabla 5.4-8**  
**Resultados del Análisis Estadístico de los Datos de Sedimento**  
**Basado en la Metodología de Folk**

Estadístico	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7 (Control)
Mediana	0.0	0.12	0.0	2.2	1.8	2.4	0.9
Media	0.3	0.8	0.37	1.83	1.67	2.32	0.95
Desviación Standard	0.5	1.0	0.58	1.0	1.19	0.91	0.82
Curtosis	1.9	0.8	1.0	0.8	0.8	1.3	0.8

Con respecto al análisis estadístico se puede observar que los resultados concuerdan con los gráficos de tortas en que muestran la composición de los sedimentos estudiados, de acuerdo con los resultados de la media (y mediana), los valores mayores se encuentran en las estaciones E4, E5 y E6, muestran que la composición del sedimento es mas bien fino y los valores menores muestran sedimentos gruesos.

La implicancia ambiental del tamaño del gránulo de arena radica en que éste constituye el factor físico significativo en la determinación de la distribución y biodisponibilidad de los metales en los sedimentos. Según estudios de Usero *et al* (1997) y Thuy *et al*. (2000). cuanto más finos son los sedimentos, mayor concentración de metales acumulados, fenómeno que se atribuye a la elevada superficie específica que poseen las partículas finas favoreciendo la adsorción. En consecuencia. la predominancia de arena muy gruesa no asocia la acumulación de metales pesados en el área, al contrario de la arena fina. Indica además, que la circulación del fondo marino es energética lo que impide que se acumule sedimento muy fino. Este es un resultado ambientalmente favorable al proyecto.

#### **5.4.4.3 Metales Pesados en Recursos Hidrobiológicos**

##### **a) Metodología**

En el área de interés se realizaron 2 estaciones de muestreo (E1 y E2), donde un buzo, extrajo una cantidad que en total pesó 100 gr., equivalente al requerimiento del laboratorio para su análisis. Los organismos recolectados se pusieron dentro de contenedores aislantes refrigerados para su conservación en frío durante el traslado al laboratorio. Los metales a analizar fueron:

- Cobre
- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Hierro

El método de análisis utilizado se muestra en la **Tabla 5.4-9**.

**Tabla 5.4-9**  
**Metodologías Químicas de Metales Pesados en**  
**Recursos Hidrobiológicos, Marzo 2007**

PARAMETRO	METODOLOGÍA QUÍMICA
Cobre	Standard Methods 3111B
Plomo	NCh 2638
Zinc	Standard Methods 3111B
Cadmio	NCh 2636
Hierro	Standard Methods 3111B

### b) Resultados

Se recolectaron organismos del Phylum Mollusca de la especie *Perumytilus purpuratus* y *Mytilus chilensis* (mollusca). La **Tabla 5.4-10**, entrega los resultados de metales pesados en tejidos de las muestras de organismos recogidos en el sector Norte de Caldera.

**Tabla 5.4-10**  
**Concentración de Metales Pesados en Recursos Hidrobiológicos. Caldera Norte 2008**

PARAMETRO	E1	E2	Valor referencial
Cobre (ppm)	2.8	2.6	10 ppm*
Plomo (ppm)	<1.5	<1.5	2 ppm*
Zinc (ppm)	45.1	22.9	100 ppm*
Cadmio (ppm)	0.5	<0.2	0.05 ppm*
Hierro (ppm)	52.9	44.0	301- 464 ppm**

\*: Valores de acuerdo a MINSAL

\*\* : Valor de acuerdo a Saiz-Salinas *et al.* (1996)

### c) Análisis

Respecto a la **Tabla 5.4-10** se puede comentar que:

#### **Cobre**

El valor referencial para este metal según el reglamento sanitario de los alimentos del Ministerio de Salud de Chile. Decreto N° 60 del 5 de abril de 1982, es de 10 ppm. En el monitoreo se registraron valores menores. 2.8 ppm y 2.6 ppm para la estación E1 y E2 respectivamente. De acuerdo a la Normativa Mexicana (NOM-ECOL-001-1993) el límite máximo permisible es de 4ppm. Por lo tanto, los valores de este análisis son bajos y los tejidos de los organismos no presentan contaminación por cobre.



### **Plomo**

Los resultados del monitoreo entregan valores bajos, inferiores a 1.5 ppm en ambas estaciones y según el Reglamento Sanitario de los Alimentos del Ministerio de Salud (Decreto N° 60/1982), establece un valor máximo de 2 ppm. Por lo tanto, los organismos del sector no presentan contaminación por plomo, y como los resultados en los sedimentos dicen lo contrario, la concentración no fue tan alta como para que los organismos lo absorbieran y se presentaran contaminados.

### **Zinc**

Según la norma del MINSAL, los valores máximos en organismos deben ser 100 ppm. Por lo tanto, podemos comentar que no hay organismos hidrobiológicos contaminados por zinc en el área de estudio, ya que los valores registrados están bajo los 45.1 ppm.

### **Cadmio**

Los valores registrados en los organismos son de 0.5 ppm en la E1 y <0.2 ppm en E2 y de acuerdo a la norma del MINSAL establece el valor máximo de cadmio en organismos como 0.05 ppm. Por lo cual, se puede señalar que hay organismos hidrobiológicos contaminados por cadmio. Podemos agregar como referencia, que para la normativa mexicana (NOM-ECOL-001-1993), la concentración permitida es de 0.2 ppm.

### **Hierro**

El hierro registrado en los organismos fue de 52.9 ppm en la estación 1 y 44 ppm en la estación 2. De acuerdo a estudios realizados por Saiz-Salinas *et al.* (1996) y por Bebianno y Machado (1997) hecho en bivalvos los valores referenciales son de 301-464 ppm y 72-294 ppm respectivamente, por lo que los organismos no estarían contaminados por hierro.

En general y a excepción del cadmio, el análisis de metales pesados en organismos refleja ausencia de tejidos contaminados, lo que concuerda con lo informado para los sedimentos.

#### **5.4.4.4 Ecología Bentónica**

##### **Bentos Submareal Fondos Blandos**

###### **a) Muestreo**

Durante el transcurso de la campaña se realizó un muestreo de comunidades bentónicas submareales en 6 estaciones más 1 de control. Las coordenadas fueron replanteadas con GPS e indicadas en la **Figura 5.4-1**. El fondo era de tipo blando-arenoso intercalado con fondos duros de roca. Las muestras fueron recolectadas por un buzo con una draga de una mascada de 0.1 m<sup>2</sup> de área. Se extrajo 3 replicas por estación, aproximadamente 1000 g de sedimento en cada una de ellas.



Para la clasificación de los componentes de la macrofauna submareal, se empleó un tamiz con abertura de malla de 1 mm, dado que individuos mayores o iguales a este tamaño son los indicados para realizar el análisis de comunidades macrobentónicas de fondos blandos, se recolectaron en frascos etiquetados y los organismos fueron fijados en una solución de alcohol diluida con agua de mar al 4%, para una posterior identificación taxonómica y pesaje. Luego fueron llevados a laboratorio, en cajas aislantes refrigeradas, para su identificación taxonómica, determinación de su abundancia y biomasa, esta última se determinó mediante el peso seco de los organismos recolectados por estación.

Con los índices obtenidos (abundancia y biomasa) se realizó un análisis ecológico de la zona. Se calcularon los índices de diversidad, uniformidad y similitud.

## **b) Resultados**

Durante el monitoreo se encontraron 622 organismos bentónicos submareales, distribuidos en un total de 8 especies. El detalle de cada estación se señala a continuación:

En la estación de muestreo E1, se registraron 4 organismos bentónicos pertenecientes a diferentes especies, *Turritella cingulata* (Gastropodo), *Diplodonta inconspicua* (Bivalvo), *Priene Scabrum* (Gastropodo), *Conus miliaris* (Gastropodo), todos pertenecientes al Phylum Mollusca.

En la estación E2, se registraron 2 individuos de la especie *Turritella cingulata* pertenecientes al Phyla Mollusca. Presentaron una abundancia de 20 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa total de 102 g/m<sup>2</sup>.

En la estación E3, se encontraron 3 especies pertenecientes a los Phylla Mollusca. Presentó un total de 64 individuos, de los cuales dominó la especie *Turritella cingulata*, con una abundancia de 510 ind/m<sup>2</sup> y biomasa 1.242 g/m<sup>2</sup>.

En la estación E4, se registró la presencia de cuatro especies diferentes todas pertenecientes al Phylum Mollusca, entre ellas están *Xanthochorus cassidiformes*, *Oliva peruviana*, *Prisogaster níger*, *Nacella magellanica*.

En la estación E5, se encontró un total de 6 individuos distribuidos en 3 especies. El mayor aporte de biomasa a la estación lo entrego la especie *Xanthochorus cassidiformes* con 287g/m<sup>2</sup>.

En la Estación E6, se encontraron 3 especies pertenecientes al Phylum Mollusca. en la cual presentó un total de 12 individuos, y la especie *Turritella cingulata* es la mas abundante con 80 ind/m<sup>2</sup> y la con mayor aporte de biomasa fue *Oliva peruviana* con 215 g/m<sup>2</sup>.

La estación control E7, aportó sólo con dos especies del Phylum Mollusca, *Turritella cingulata* (Gastropoda), fue la que aportó mayor cantidad de ejemplares (59 individuos) y la de mayor biomasa (809 g/m<sup>2</sup>).

La **Tabla 5.4-11** entrega resultados de la clasificación taxonómica de los organismos recolectados en el muestreo submareal en la zona costera de Caldera Norte.

**Tabla 5.4-11**  
**Resultados del Bentos Submareal Fondo Blando. Caldera Norte. Marzo 2008**

Estación	Phylum	Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
<b>E1</b>	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	10	13
	Mollusca	<i>Diplodonta inconspicua</i>	10	3
	Mollusca	<i>Priene Scabrum</i>	10	33
	Mollusca	<i>Conus miliaris</i>	10	16
<b>E2</b>	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	20	102
<b>E3</b>	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	510	1.242
	Mollusca	<i>Prisogaster níger</i>	120	97
	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	10	65
<b>E4</b>	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	50	1.139
	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	30	95
	Mollusca	<i>Prisogaster níger</i>	40	358
	Mollusca	<i>Nacella magellanica</i>	20	32
<b>E5</b>	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	20	125
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	20	287
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	20	31
<b>E6</b>	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	30	215
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	80	126
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	10	36
<b>E7</b>	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	590	809
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	10	237

Debido a que en el monitoreo realizado se encontró una muy baja cantidad de organismos, las réplicas fueron promediadas para poder realizar el cálculo de índices ecológicos. La **Tabla 5.4-12** indica los valores obtenidos de índices comunitarios y la **Figura 5.4-16** los cluster de similitud.



### c) Análisis

De la **Tabla 5.4-12** y la **Figura 5.4-16** podemos comentar que:

- En todas las estaciones muestreadas se presentó un número bajo de especies.
- La estación 7, fue la que presentó la mayor abundancia. con la especie *Turritella cingulata*, gasterópodo muy común que vive en diferentes hábitats y que generalmente viven en agregaciones. Esta especie fue la más abundante y en el caso de las estaciones 2, fue la única especie encontrada.
- Las estaciones con mayores valores en sus índices de uniformidad (J'). fueron las estaciones 1 y 5, lo que indica que las comunidades presentan abundancias completamente similares. sin predominio de una especie sobre otra con valor 1 y le sigue la E4 que presenta un valor de 0.972, que también es muy alto.
- Los índices de Shannon reflejan comunidades con una diversidad de baja. Esto indica que existe un bajo número de especies. Los valores bajos en este índice revelan que se trata de comunidades poco complejas y con flujo relativamente bajo de energía.
- El método de similitud de Bray-Curtis muestra que de las 6 estaciones más el control (E7), E3 y E7 presentan la mayor similitud. con un 89%; E5 y E6 presentan un 87% de similitud; luego E3 y E4 presentan un 81% y las estaciones menos similares son la E1 y E3 con sólo un 10%.
- En general y de acuerdo a los resultados ecológicos de las estaciones muestreadas en el sector. las especies son pocas. con baja diversidad y muy similares en la bahía del sector de Caldera norte. presentándose además. sin alteraciones por algún contaminante.

Se esperaría mayor cantidad de especies dada las condiciones del sector, no hay contaminación de agua ni sedimentos que puedan provocar esta baja diversidad de especies, sin embargo es muy aventurado explicar la baja abundancia en el sector. Luego de la campaña de invierno, se podrá comparar las variaciones estacionales que pueda haber en el sector.

### **Bentos Submareal Fondos Duros**

#### a) Muestreo

Durante el estudio se realizó un muestreo en fondos submareales duros. Se identificaron 6 transectas, desde una profundidad máxima de 17.2 (m) y a menos de 50 (m) de la costa y en marea baja. El muestro realizado fue semi-cuantitativo no destructivo, para esto un buzo especializado bajo al fondo con una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup>, con la cual fue identificando el número de especies y el número de individuos por especie que se encontró en cada zona rocosa. También se solicitó al buzo, que realizará una descripción del fondo, indicando la presencia de algún animal no asociado al bentos, tales como peces, crustáceos, etc. además de la presencia de algas.

Luego se realizó un análisis ecológico, calculando diversos índices según la abundancia obtenida de las especies encontradas en el monitoreo.

## b) Resultados

La composición de taxa encontrados en el submareal de fondo duro estuvo representada por tres especies del Phylum Mollusca y en cuanto a la flora presente se observó una gran cobertura de *Dictiota dichotoma* y *Briopsis rhizophora*.

En 4 transectas muestreadas de fondo duro, se registraron 3 especies bentónicas pertenecientes al Phylum Mollusca, *Turritella cingulata*, *Prisogaster niger*, *Xanthochorus cassidiformes*, todos pertenecientes al Phylum Mollusca. La Transecta T3 es la que presenta una mayor abundancia de organismos con 1.724 ind/m<sup>2</sup>. En cuanto a las algas encontradas, se reconocieron 2 especies *Dictiota dichotoma*, *Briopsis rhizophora*, de los Phyla Phaeophyta y Chorophyta, respectivamente, las dos algas presentes en el submareal y comunes en el sector (*Briopsis rhizophora*, alga verde presente en el intermareal u submareal, Haiu Romero, Universidad Arturo Prat). Siendo la más dominante en cuanto a cobertura, *Dictiota dichotoma*, con un promedio de 71 % de cobertura en las transectas observadas, T1 y T3.

Cabe destacar que las transectas identificadas como T5 y T6 se presentaron con roca desnuda.

La **Tabla 5.4-13** entrega resultados de la clasificación taxonómica de los organismos recolectados en el muestreo submareal de fondo duro en la zona costera de Caldera Norte.

**Tabla 5.4-13**  
**Resultados del Bentos Submareal de Fondos Duros, Caldera Norte, Marzo 2008**

Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
T1-1	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		64
T1-2	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
T1-3	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		48
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	80	
T1-4	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
T1-5	Phaeophyta	<i>Porphyra columbina</i>		24
	Chorophyta	<i>Bryopsis rhizophora</i>		80
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	288	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	84	
T1-6	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		48
	Chorophyta	<i>Bryopsis rhizophora</i>		100
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	24	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	108	
T1-7	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
	Chorophyta	<i>Bryopsis rhizophora</i>		4
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	56	
T1-8	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	60	
T1-9	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	96	
	Chorophyta	<i>Bryopsis rhizophora</i>		4



Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	204	
T1-10	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		100
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	132	
T2-1	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	948	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	148	
T2-2	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	48	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	28	
T2-3	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	388	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	44	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	36	
T2-4	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	180	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	48	
T2-5	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	132	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	20	
T2-6	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	116	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	44	
T2-7	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	88	
T2-8	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	40	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	12	
T2-9	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	52	
T2-10	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	24	
T3-1	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		20
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	300	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	52	
T3-2	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	52	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	192	
T3-3	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		32
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	84	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	224	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	8	
T3-4	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	56	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	92	
T3-5	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		72
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	52	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	84	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	36	
T3-6	Phaeophyta	<i>Dictiota dichotoma</i>		84
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	24	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	44	
T3-7	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	20	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	96	
T3-8	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	56	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	92	
T3-9	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	12	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	64	
T3-10	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	84	
T4-1	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	224	
T4-2	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	188	



Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	44	
T4-3	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	304	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	92	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	8	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	232	
T4-4	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	20	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	48	
T4-6	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	44	
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	16	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	76	
T4-7	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	8	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	100	
T4-8	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	44	
	Mollusca	<i>Prisogaster Níger</i>	84	
T4-9	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	12	
T4-10	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	20	
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>		
T5	-	<i>Roca Desnuda</i>	-	
T6	-	<i>Roca Desnuda</i>	-	

La **Tabla 5.4-14** indica los valores obtenidos de índices comunitarios calculados en base a la abundancia de las especies encontradas.

**Tabla 5.4-14**  
**Índices Comunitarios de las Comunidades Submareales**

Estación	Nº de Especies	Nº de Individuos	Uniformidad (J')	Diversidad de Shannon (H')
T1	3	237	0.668	0.319
T2	3	599	0.840	0.384
T3	3	431	0.935	0.446
T4	3	391	0.840	0.401





- El método de similitud de Bray-Curtis muestra que de las 4 transectas. T3 y T4 presentan la mayor similitud. con un 97%; T2 y T3 presentan un 81% de similitud; luego T2 y T4 presentan un 78%. las transectas que presentan los menores porcentajes de similitud son T1 y T2 que presentan un 65 %.
- En general. el submareal rocoso del sector es poco diverso en cuanto a especies. como lo ocurrido en el monitoreo de submareal de fondo blando. se encontraron pocos organismos. No se estima conveniente dar explicaciones aventuradas para dar una explicación del resultado. sin embargo. de acuerdo a los resultados obtenidos de metales traza en sedimento y columna de agua. la causa de esta baja abundancia no debiera ser por causa de algún contaminante. Luego de terminadas la campaña de invierno. se podrá buscar explicaciones estacionales.

### **Bentos Intermareal Fondos Duros**

#### **a) Muestreo**

Para conocer el estado de las comunidades del ambiente intermareal. se realizó un muestreo en 6 transectas paralelas proyectadas en la zona de Caldera Norte y una transecta tomada como estación control en el borde costero de la ciudad de Caldera, todas las transectas cubren la franja que va desde el límite superior de la más alta marea hasta el límite inferior. Se utilizó una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup> para realizar un conteo del número de individuos presentes en cada estación. Lo anterior, permite identificar de acuerdo al sustrato y con un muestreo de cobertura y recubrimiento no destructivo, los organismos que componen el bentos intermareal.

Con este objeto se seleccionó para cada transecta, cuatro estaciones equidistantes a fin de cubrir la franja de intermareal rocoso en un largo aproximadamente de 15 m.

Luego de su conteo e identificación, se realizó un análisis ecológico, donde se calcula el índice de diversidad de Shannon que muestra una comunidad con diversidad específica alta. si muchas especies presentes son iguales o semejantes en cuanto a su abundancia; por otra parte, cuando la comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si únicamente muy pocas especies son abundantes, la diversidad específica es baja. Una diversidad alta indica una comunidad compleja porque una gran variedad de especies permite mayor número de interacciones específicas que involucran transferencia de energía, depredación, competencia, etc.

También se evaluó la uniformidad ( $J'$ ), la cual establece cuan similares son las abundancias de las especies dentro de una comunidad, si  $J'$  tiende a 1, la diversidad de la comunidad se asemeja a la diversidad máxima y por lo tanto, las abundancias de las especies dentro de la comunidad son similares. Si  $J'$  tiende a 0, la diversidad de la comunidad es muy pequeña en relación a su diversidad máxima teórica y por lo tanto, esto indica que las abundancias de las especies son muy desiguales, con algunas muy abundantes y otras poco abundantes.

## b) Resultados

Los resultados en el monitoreo realizado en el intermareal de fondo duro estuvo representado por especies de los Phyla Mollusca, Arthropoda, Cnidaria y Equinodermata. En cuanto a la flora presente se observó la presencia de *Porphyra columbina*, *Enteromorpha prolifera* y *Ulva sp.*, pertenecientes a los Phyla Rhodophyta y Chlorophyta respectivamente.

Algunos comentarios por transectas son:

- En las Transecta T1, se registraron 7 especies bentónicas pertenecientes a los Phyla Cnidaria, Mollusca, Arthropoda y Equinodermata, siendo la especie *Balanus sp.* (Crustáceo) la que presentó una mayor abundancia con 4.772 ind/m<sup>2</sup>.
- En T2 no hubo registros de especies ni de algas.
- La transecta T3 presenta especies de los 4 Phylas con un total de 6 especies donde nuevamente *Balanus sp.* presenta la mayor abundancia con 10.516 ind/m<sup>2</sup>. Además se registró la presencia de dos especies de algas de los Phyla Rhodophyta y Chlorophyta y la especie con mayor cobertura es *Porphyra columbina* con un 20% promedio.
- La transecta T4 está representada por una gran cobertura de *Porphyra columbina* del Phylum Rhodophyta, con un porcentaje promedio de 40%. En cuanto a la fauna bentónica, se encontró la presencia de 4 especies de los Phyla Arthropoda, Equinodermata, Mollusca y Cnidaria. La mayor abundancia la presenta la especie *Balanus sp.* con 15.088 ind/m<sup>2</sup>.
- En T5 la fauna bentónica estuvo representada por 3 especies de los Phyla Cnidaria, Arthropoda y Mollusca y la especie *Balanus sp.*, nuevamente fue la que presentó una mayor abundancia con 4.724 ind/m<sup>2</sup>. En dos estaciones de la transecta se observa la presencia de *Porphyra columbina* y unas de ellas presentó una cobertura de un 100%.
- La transecta T6 nuevamente se encontró la presencia de *Porphyra columbina*, alga roja del Phylum Rhodophyta, con una cobertura promedio de 38%. En cuanto a las especies encontradas todas pertenecen a los Phylas nombrados y la especie que presenta una mayor abundancia es *Perumytilus purpuratus* (Bivalvo) con 2.260 ind/m<sup>2</sup>.
- La estación control T7 se encontró representado por dos Phylas Mollusca y Arthropoda, con *Balanus sp.* como la especie más abundante con 8.996 ind/m<sup>2</sup>. Por otra parte. la flora estuvo representada una vez más por *Porphyra columbina* con un 49% de porcentaje promedio de cobertura.

La **Tabla 5.4-15** entrega resultados de abundancia y cobertura de los organismos recolectados, así como también su clasificación taxonómica.

**Tabla 5.4-15**  
**Resultados del Bentos Intermareal. Caldera Norte. Marzo 2008**

Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
T1-1	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	1.492	
T1-2	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	956	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	4	
T1-3	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	2.324	
		<i>Palaemon sp.</i>	16	
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	4	
T1-4	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	64	
T3-1	CHLOROPHYTA	<i>Ulva sp.</i>		4
	CHLOROPHYTA	<i>Enteromorpha prolifera</i>		32
	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		36
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	148	
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	28	
	EQUINODERMATA	<i>Tetrapyrgus niger</i>	56	
		<i>Heliaster helianthus</i>	28	
T3-2	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	864	
	MOLLUSCA	<i>Perumytilus purpuratus</i>	696	
		<i>Nodilittorina peruviana</i>	148	
T3-3	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		4
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	5.344	
	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	468	
		<i>Perumytilus purpuratus</i>	5.940	
T3-4	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	436	
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	4.160	
T4-1	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		32
	CHLOROPHYTA	<i>Enteromorpha prolifera</i>		20
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	2.020	
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	28	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	4	
	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	64	
T4-2	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		68
	CHLOROPHYTA	<i>Enteromorpha prolifera</i>		4
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	180	
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	12	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	8	
T4-3	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		16
	CHLOROPHYTA	<i>Bryopsis rhyzophora</i>		12
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	11.788	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	4	
T4-4	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		44
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	1.100	
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	12	



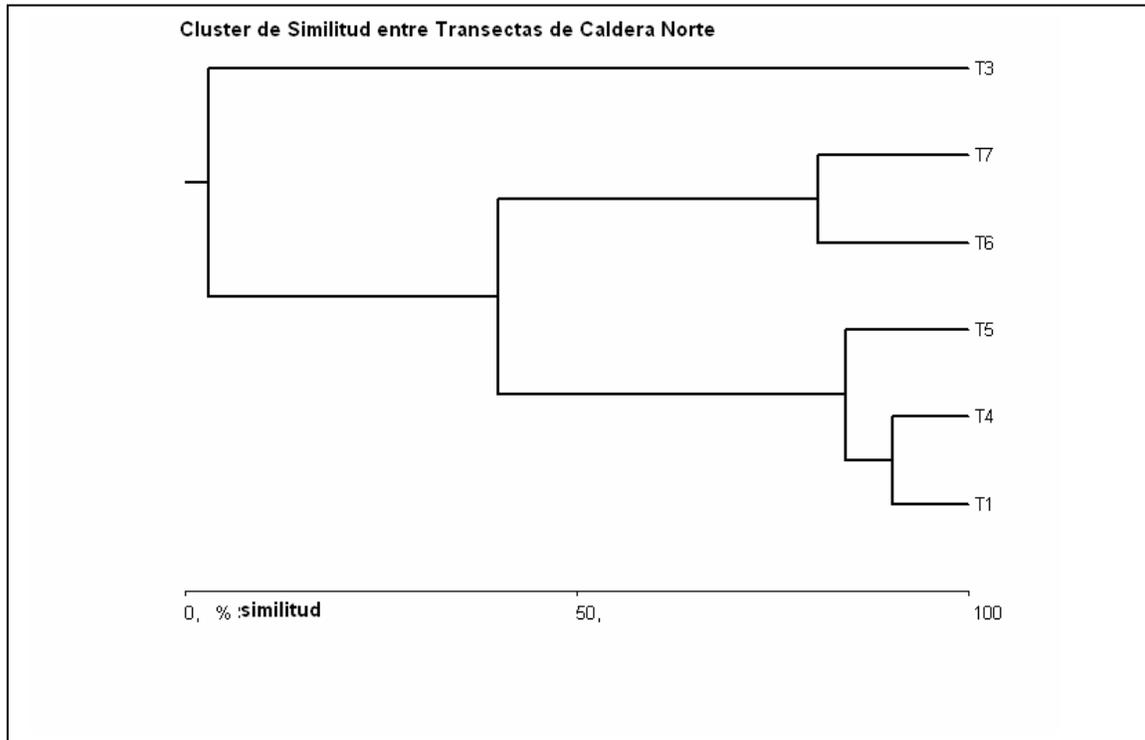
Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	8	
	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	60	
T5-1	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		100
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	4	
T5-2	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		76
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	4.700	
T5-3	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	832	
T5-4	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	916	
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	24	
T6-1	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		56
	CNIDARIA	<i>Actinia equina</i>	120	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	8	
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	348	
T6-2	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		20
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	9.264	
	EQUINODERMATA	<i>Heliaster helianthus</i>	12	
T6-3	MOLLUSCA	<i>Perumytilus purpuratus</i>	2.260	
		<i>Nodilittorina peruviana</i>	748	
T7-1	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		28
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	6.500	
	MOLLUSCA	<i>Nodilittorina peruviana</i>	56	
	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		72
	ARTHROPODA	<i>Balanus sp.</i>	2.496	
	RHODOPHYTA	<i>Porphyra columbina</i>		48

La **Tabla 5.4-16** indica los valores obtenidos de índices comunitarios obtenidos de la abundancia de las especies.

**Tabla 5.4-16**  
**Índices Comunitarios de las Comunidades Intermareales**

ESTACION	Nº DE ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	UNIFORMIDAD (J')	DIVERSIDAD DE SHANNON (H')
T1	5	1.215	0.066	0.046
T3	6	4.579	0.496	0.386
T4	4	3.822	0.059	0.035
T5	3	1.619	0.535	0.255
T6	5	3.190	0.460	0.322
T7	2	2.263	0.054	0.016

**Figura 5.4-18**  
**Cluster de Similitud de Transectas de Intermareal en Caldera Norte**



### c) Análisis

De la **Tabla 5.4-16** y la **Figura 5.4-18** podemos extraer lo siguiente:

- En todas las Transectas intermareales se registró un número relativamente bajo de especies, en especial en la transecta control T7 que sólo se encontraron 2 especies.
- En la transecta T2 no se encontraron organismos ni tampoco flora marina. En contraste, la transecta T3 se encontraron organismos y algas con una gran abundancia, 18.316 ind/m<sup>2</sup>.
- El índice de diversidad de Shannon es importante pues nos permite determinar la riqueza de una zona. Estos índices reflejan comunidades con una diversidad de especies relativamente baja para todas las transectas. El índice mayor, se presenta en la transecta T3 que es de 0.386, lo que es muy bajo, es decir, los resultados nos muestran que son comunidades poco complejas, con gran abundancia y muy pocas especies.
- La Uniformidad establece cuan similares son las abundancias de las especies dentro de una comunidad. Los resultados indican que las comunidades muestreadas son muy poco similares, hay una gran diferencia en la composición faunística.
- Respecto al Cluster, se puede observar una gran similitud entre las transectas T1 y T4 con un 90%, siguiendo las transectas T1 y T5 con un 84%; por el contrario, las transectas menos similares son T3 y T7 que no tiene similitud alguna (%).



En general, los resultados muestran un comportamiento similar entre el muestreo submareal blando y rocoso, presentando una baja cantidad de especies encontradas. Hay que tener claro que es un muestreo puntual, realizado en una estación determinada por lo que no necesariamente debieran aparecer en todos los muestreos, aunque los antecedentes del lugar digan que son recurrentes en la zona.

#### **5.4.4.5 Censo de Avifauna**

##### **a) Metodología**

Se efectuó un reconocimiento del borde costero aledaño a las instalaciones del Terminal Marítimo Rocas Negras. Este sector se caracteriza en general, por presentar un borde rocoso, lo que sirve de refugio a las aves que habitan el lugar.

El censo de aves se efectuó de acuerdo a la metodología señalada por la Unión de Ornitólogos de Chile "UNORCH", mediante estaciones de muestreo, con observación durante el día (AM y PM).

Se identificó el número de especies y se aproximó en número en que cada una de ellas se encontró en la zona. Además se registró las actividades que fueron realizados durante el transcurso del día.

##### **b) Resultados**

Durante las mediciones, el clima estuvo despejado, sin nubosidad y viento suave moderado.

Se identificó un total de 4 especies de aves en el área de interés, pertenecientes a 4 familias. En la Tabla 5.4-17 se presentan las especies de aves avistadas durante el censo y en la Tabla 5.4.-18 se detalla el número de ejemplares observados en el muestreo.

Cabe señalar que los resultados antes mencionados se encuentran contenidos en el estudio del medio biótico para la componente fauna sección 5.2.2.4 del presente estudio, en lo que se relaciona con las especies detectadas en este reconocimiento.

**Tabla 5.4-17**  
**Aves Observadas en el Área de Estudio. Caldera Norte, Marzo 2008**

Familia	Especie	Nombre Común	Comportamiento	Área de Distribución*
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo de pesca, asentamiento disperso sobre agua.	Entre Arica y Corral. Ocasionalmente hasta Maullín y Chiloé. Accidentalmente Tierra del Fuego
Larinae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo de protección de nido, sobrevuelo general.	Desde Arica a Cabo de Hornos
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Yeco	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo y picada de pesca, desplazamiento sobre agua.	A lo largo de toda la zona continental. desde Arica a Tierra del Fuego
Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	Reconocimiento sobre arena.	Desde Arica a Valdivia

\*Según Araya & Millie (1998)

**Tabla 5.4-18**  
**Resultado del Censo de Avifauna, Marzo 2008**

Nombre Científico	Nombre Común	Cantidad (Nº ejemplares/hora observación)	Categoría IUCN
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	5	LC*
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota	5	LC*
<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Cormorán negro o Yeco	10	LC*
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	1	LC*

\* LC: Preocupación menor



En las **Fotografías 5.4-1 a 5.4-8** se muestran las especies señaladas en las Tablas antes mencionadas, (5.4-17 y 5.4-18).



**Fotografía 5.4-1:** *Pelecanus thagus*. Pelicano.  
Fuente: [www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl).



**Fotografía 5.4-2:** *Larus dominicanus*. Gaviota dominicana. Fuente: [www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl)



**Fotografía 5.4-3:** *Phalacrocorax brasilianus*. Yeco. Fuente: [www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl)



**Fotografía 5.4.4:** *Cinclodes nigrofumosus*. Churrete costero. Fuente: [www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl)

Los ejemplares censados son comunes en estos hábitats y no son especies que están en peligro de extinción o vulnerables (Glade 1993). De acuerdo a la categoría de conservación de la IUCN, son de preocupación menor, es decir, que habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías *En peligro crítico*, *En peligro*, *Vulnerable* o *Casi amenazado*. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

En general, las aves observadas presentaron un similar comportamiento, de descanso sobre las rocas en especial de los Yecos, sobrevuelo de pesca, asentamiento disperso sobre agua. Los ejemplares observados eran adultos y no se observó un sitio de nidificación de alguna de ellas. El sector estudiado se caracterizó principalmente por corresponder a un área de alimentación de aves.

**5.4.4.6 Fauna Marina**

De acuerdo a los antecedentes de la zona, se puede encontrar una variedad amplia de fauna marina en el sector de Caldera. Se recopilaron antecedentes de aves (**Tabla 5.4-19**), mamíferos (**Tabla 5.4-20**), peces (**Tabla 5.4-21**) e invertebrados (**Tabla 5.4-22**) del sector. Los antecedentes se obtuvieron de un proyecto de United Nations Development Programme (UNDP), realizado el año 2004 y donde se establecen tres áreas propuestas de múltiples usos en las costas chilenas, una de ellas es Caldera, este proyecto fue realizado en conjunto con entidades gubernamentales como la CONAMA, SUBPESCA, SERNAPesca, entre otras.

**Tabla 5.4-19**  
**Especies Principales de Aves en Caldera y su Estado de Conservación**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	IUCN*	ENCA**
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo		
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante	Vulnerable	Vulnerable
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Fardela negra		
		<i>Puffinus creatopus</i>	Fardela blanca	Vulnerable (Vu)	Vulnerable (Vu)
	Pelecanoididae	<i>Pelecanoides magellani</i>	Junco. Petrel zambullidor		
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Vulnerable (Vu)	Vulnerable (Vu)
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormoran de las rocas		
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica		
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado		
		<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande		
		<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real		
		<i>Chloëphaga hybrida</i>	Caranca		
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra		
		<i>Vultur gryphus</i>	Condor. Buitre	Bajo riesgo (Lr)	Vulnerable (Vu)
	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho chico		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo		
	Haematopodidae	<i>Haematopus leucopodus</i>	Pilpilen Austral		
	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero occidental		
		<i>Calidris bairdii</i>	Playero albo		

\* IUCN 2000

\*\* National Union for Birds Conservation (Unión de Ornitólogos de Chile, 1992)



En cuanto a los mamíferos marinos típicos del sector de Caldera podemos encontrar los siguientes.

**Tabla 5.4-20**  
**Especies Principales de Mamíferos Marinos en Caldera**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Pinnipedia	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino
Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra felina</i>	Chungungo

Los peces de la zona se detallan algunos ejemplares que tengan importancia económica. este antecedente fue obtenido desde las estadísticas oficiales del SERNAPesca.

**Tabla 5.4-21**  
**Especies Principales de Peces en Caldera y su Importancia Económica**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

Familia	Especie	Nombre Común
ALOPIIDAE	<i>Alopias vulpinus</i>	Pejezorro
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus scapularis</i>	Sargo
APLODACTYLIDAE	<i>Aplodactylus punctatus</i>	Jerguilla
BRAMIDAE	<i>Brama australis</i>	Reineta
CALLORHYNCHIDAE	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallo
SCIAENIDAE	<i>Cilus gilberti</i>	Corvina
CLUPEIDAE	<i>Clupea bentincki</i>	Sardina común
CORYPHAENIDAE	<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado
SCIAENIDAE	<i>Cynoscion analis</i>	Ayanque
EPIGONIDAE	<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo
CLUPEIDAE	<i>Ethmidium maculatum</i>	Machuelo o Titre
OPHIDIIDAE	<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado
	<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado
	<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro
KYPHOSIDAE	<i>Graus nigra</i>	Vieja o Mulata
HAEMULIDAE	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza
MERLUCCIDAE	<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común
MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa
ATHERINIDAE	<i>Odonthestes regia</i>	Pejerrey de Mar
SERRANIDAE	<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla común
PARALICHTHYIDAE	<i>Paralichthys microps</i>	Lenguado
PINGUIPIDAE	<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo
CENTROLOPHIDAE	<i>Seriolella violacea</i>	Cojinova del Norte
GEMPYLIDAE	<i>Thyrsites atun</i>	Sierra
XIPHIIDAE	<i>Xiphias gladius</i>	Albacora



En el muestreo bentónico, tanto submareal como intermareal, se encontró una baja cantidad de especies, sin embargo este proyecto nombra una serie de organismos típicos del sector de Caldera que se detalla en la **Tabla 5.4-22**.

**Tabla 5.4-22**  
**Especies Principales de Invertebrados Marinos en Caldera**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

Phylum	Especies
CNIDARIA	<i>Actinia sp</i>
	<i>Antholoba achates</i>
PLATYHELMINTHES	<i>Tricladida</i>
ANNELIDA	<i>Branchiomaldane sp.</i>
	<i>Chaepoerus sp</i>
	<i>Marphysa sp</i>
	<i>Polydora sp</i>
MOLLUSCA (Clase: GASTROPODA)	<i>Fisurella sp.</i>
	<i>Scurria scurra</i>
	<i>Crepidula sp</i>
	<i>Tegula (Chlorostoma) atra</i>
	<i>Llotia cancelata</i>
	<i>Agathotoma ordinaria</i>
	<i>Concholepas concholepas</i>
	<i>Triphora sp</i>
MOLLUSCA (Clase: BIVALVIA)	<i>Mytilus edulis chilensis</i>
	<i>Aulacomya ater</i>
	<i>Kellia tumbesina</i>
	<i>Protothaca thaca</i>
	<i>Entodesma cuneata</i>
ARTHROPODA	<i>Balanus flosculus</i>
	<i>Betaeus sp</i>
	<i>Hippolyte williamsi</i>
	<i>Pachycheles sp.</i>
	<i>Pagurus edwardsi</i>
	<i>Taliepus dentatus</i>
ECHINODERMATA	<i>Patiria obesa</i>
	<i>Stichaster striatus</i>
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>
	<i>Loxechinus albus</i>

Durante la estadía en terreno en Caldera Norte, se recopiló información a personas del sector como comerciantes, pescadores etc. Además de observación en terreno y las principales especies observadas de fauna marina se señalan en la **Tabla 5.4-23**.

**Tabla 5.4-23  
Fauna Marina Observada en el Área de Estudio**

<b>Grupo</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Aves	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota
	<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Cormorán negro o Yeco
	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero
Mamíferos	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino
Equinodermos	<i>Heliaster helianthus</i>	Sol de mar
Arthropoda	<i>Jehlius cirratus</i>	Picorocos
Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	Actinia

Si bien el resultado muestra que no se observó gran cantidad de especies, esto concuerda con los resultados entregados en el muestreo bentónico tanto submareal como intermareal, demostrando una baja de individuos.

#### **5.4.5 Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este monitoreo, se tienen los siguientes comentarios o conclusiones:

- Se puede concluir que prácticamente todas las variables físicas, químicas y microbiológicas definidas para establecer el estado de condición o calidad actual de la matriz acuosa, no evidenciaron señales de alteración atribuibles a causas de origen antrópico y en general, todas las variaciones observadas, tanto físicas como químicas, obedecen a la variabilidad natural de un sistema marino costero sujeto a múltiples procesos oceanográficos. Únicamente los hidrocarburos fijos y volátiles presentaron valores altos.
- Los tipos de arenas más abundantes resultaron ser arena muy gruesa, con 3 excepciones, en las cuales se encontró arena fina. En cuanto a los análisis de metales estos no presentaron alteraciones y por lo tanto, no provocarían efectos adversos en la biota marina.
- En general y a excepción del cadmio, el análisis de metales pesados en organismos refleja ausencia de tejidos contaminados, lo que concuerda con lo informado para los sedimentos.



- Las comunidades bentónicas intermareales y submareales, presentaron una abundancia y diversidad de especies baja. Sin embargo, no se observan perturbaciones ambientales que alteren a las comunidades si lo relacionamos con los análisis de sedimentos y columna de agua, sin embargo es apresurado emitir un análisis más acucioso sobre la causa de esta baja abundancia.
- Con respecto al censo de aves y la fauna marina del sector, también presentó un número bajo de especies observadas.

## **B CAMPAÑA INVIERNO**

### **5.4.6 Introducción**

Durante el mes de agosto de 2008 se efectuó un segundo monitoreo ambiental Marítimo en el sector de Caldera Norte, ubicado en la bahía de Caldera y aproximadamente 2,5 Km medidos en línea recta, al norte de la ciudad de Caldera, Región de Atacama.

### **5.4.7 Objetivo**

El objetivo del estudio es determinar las condiciones de línea base marítima y ambiental del sector de Caldera Norte, donde se desarrollarán actividades para la construcción del Proyecto.

### **5.4.8 Antecedentes Generales**

El presente documento entrega la información de una campaña de mediciones en terreno realizadas los días 28 de julio y 3 de agosto del 2008, correspondiendo a Campaña invierno.

Se incluye un detalle de la metodología de muestreo y se analizan los datos recopilados en el muestreo, desde un punto de vista ambiental. Se entregan tablas y gráficos con los resultados. Al final del Acápite 5.4, se discuten los resultados y se entregan conclusiones.

Cabe señalar que el area de estudio y de la localizacion de las estaciones de monitoreo son las mismas utilizadas en la campaña anterior (verano).



## 5.4.9 Resultados

### 5.4.9.1 Estudio de la Columna de Agua

#### a) Metodología

Se realizó un muestreo oceanográfico y bentónico. Las estaciones se replantearon mediante sistema de posicionamiento satelital (GPS). La Tabla 5.4-24 presenta un resumen con las estaciones de muestreo, las variables y las coordenadas, son las mismas de la campaña anterior.

**Tabla 5.4-24**  
**Estaciones de Muestreo. Variables Medidas y Coordenadas, Caldera Norte, Agosto 2008 (DATUM WGS-84)**

Estacion	Matriz	Profundidad (m)	Coordenadas utm
E1	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	17.2	319.281 E. 7.007.440 N
E2	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	11.0	319.848 E. 7.007.193 N
E3	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	10.2	319.932 E. 7.007.053 N
E4	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	7.7	320.178 E. 7.006.913 N
E5	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	11.3	320.147 E. 7.006.740 N
E6	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	14.0	319.958 E. 7.006.860 N
E7 (Control)	Agua de mar. Sedimento y Ecología bentónica	15.1	318.170 E. 7.006.174 N
T1	Bentos intermareal	-	319.921 E. 7.007.291 N
T2	Bentos intermareal	-	319.961 E. 7.007.251 N
T3	Bentos intermareal	-	319.976 E. 7.007.145 N
T4	Bentos intermareal	-	320.052 E. 7.007.149 N
T5	Bentos intermareal	-	320.147 E. 7.007.137 N
T6	Bentos intermareal	-	320.289 E. 7.006.838 N
T7 (Control)	Bentos intermareal	-	318.865 E. 7.004.936 N
TR1	Submareal Rocoso	4.8	319.435 E. 7.007.268 N
TR2	Submareal Rocoso	4.0	319.864 E. 7.007.243 N
TR3	Submareal Rocoso	6.8	319.997 E. 7.007.082 N
TR4	Submareal Rocoso	6.2	320.211 E. 7.006.892 N
TR5	Submareal Rocoso	11.3	320.147 E. 7.006.740 N
TR6	Submareal Rocoso	14.0	319.958 E. 7.006.860 N

Las metodologías físico-químicas empleadas para el muestreo y posterior análisis de las aguas, son coincidentes con las de la campaña anterior y están basadas en las recomendaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La preservación de las muestras de agua, está basada en lo establecido en el "Standard Methods".



El día 31 de Julio/2008 se ejecutó el muestreo físico-químico de la columna de agua de mar en Caldera Norte, a dos niveles de profundidad (superficie y fondo) en las mismas estaciones y profundidades que la campaña de marzo 2008.

Las variables analizadas fueron:

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Transparencia del agua (secci)
- Ph
- Vanadio
- Níquel
- Cobre
- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Hierro
- Cromo
- Mercurio
- Sólidos suspendidos totales
- Aceites y grasas
- Hidrocarburos volátiles
- Hidrocarburos fijos
- Coliformes fecales y totales

Las metodologías químicas y los límites de detección empleados en este monitoreo en la columna de agua de mar, son indicados en la **Tabla 5.4-25**.

**Tabla 5.4-25**  
**Metodologías Químicas de Parámetros**  
**Físico-Químicos de Agua de Mar, Caldera Norte, Agosto 2008**

<b>Parametro</b>	<b>Metodologia quimica</b>
Temperatura (°C)	Termometría
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Oxigenómetro digital
Salinidad (psu)	Salinómetro
Sólidos Suspendidos (mg/L)	Standard Methods 2540 D
Coliformes fecales	Standard Methods 9221 E
Coliformes totales	Standard Methods 9221 B
Vanadio	Standard Methods 3120 B
Níquel	Standard Methods 3120 B
Cobre	Standard Methods 3120 B
Plomo	Standard Methods 3120 B
Cromo Total	Standard Methods 3120 B
Mercurio	Standard Methods 3112 B
Zinc	Standard Methods 3120 B



Parametro	Metodologia quimica
Cadmio	Standard Methods 3120 B
Hierro	Standard Methods 3120 B
Aceites y grasas	Standard Methods 5520 D
Hidrocarburos Fijos	Standard Methods 5520 F
Hidrocarburos Volátiles	Standard Methods 6200 F
pH	pHmetro digital

### b) Resultados y Comentarios

Los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua de mar se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 5.4-26**  
**Medición de Parámetros Físico-Químicos en la Columna de Agua.**  
**Caldera Norte. Agosto 2008.**

ESTACIÓN 1			
Parámetros	0 (m)	17 (m)	Niveles de Referencia (mg/L)*
Temperatura (°C)	14.2	14.1	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9.0	8.7	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2.0	<2.0	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100mL)	<2.0	<2.0	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.0		1.2 (m)



ESTACIÓN 2			
Parámetros	0 (m)	11(m)	Niveles de Referencia (mg/L)*
Temperatura (°C)	14.7	14.1	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9.0	8.2	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	13	8	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	13	8	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.1 (m)		1.2 (m)



<b>ESTACIÓN 3</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>10.2 (m)</b>	<b>Niveles de Referencia (mg/L)*</b>
Temperatura (°C)	14.2	14.1	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8.9	7.7	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2.0	8	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	<2.0	13	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.0 (m)		1.2 (m)



ESTACIÓN 4			
Parámetros	0 (m)	7.7 (m)	Niveles de Referencia (mg/L)*
Temperatura (°C)	14.2	14.2	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.5	8.0	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2.0	4	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	<2.0	4	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.0		1.2 (m)



<b>ESTACIÓN 5</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>11.3 (m)</b>	<b>Niveles de Referencia (mg/L)*</b>
Temperatura (°C)	14.1	14.3	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.3	6.2	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.1	8.1	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	8	<2.0	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	8	<2.0	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.4		1.2 (m)



ESTACIÓN 6			
Parámetros	0 (m)	14(m)	Niveles de Referencia (mg/L)*
Temperatura (°C)	14.1	14.2	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.3	7.5	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	13	23	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	23	23	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.3		1.2 (m)

<b>ESTACIÓN 7 (Control)</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>0 (m)</b>	<b>15.1m</b>	<b>Niveles de Referencia (mg/L)*</b>
Temperatura (°C)	13.8	13.0	14 °C (**)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	10.2	9.3	>6.6 (**)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<5.0	<5.0	<25 (Clase 1)
pH	8.2	8.2	7.5-8.5 (Clase 1)
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<2.0	13	<70 (Clase 1)
Coliformes totales (NMP/100ml)	<2.0	13	<70 (Clase 1)
Vanadio (ppm)	<0.008	<0.008	0.002 (***)
Níquel (ppm)	<0.005	<0.005	0.002-0.1 (Clase 2)
Cobre (ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 1)
Plomo (ppm)	<0.01	<0.01	<0.003 – 0.05 (Clase 2)
Zinc (ppm)	<0.002	<0.002	<0.03 (Clase 1)
Cadmio (ppm)	<0.001	<0.001	<0.005 (Clase 1)
Hierro (ppm)	<0.002	<0.002	-
Cromo Total(ppm)	<0.005	<0.005	<0.01 (Clase 2)
Mercurio (ppm)	<0.001	<0.001	0.0018 (EPA)
Aceites y grasas (ppm)	<5.0	<5.0	5 (Clase 1)
Hidrocarburos Fijos (ppm)	<5.0	<5.0	-
Hidrocarburos Volátiles (ppm)	<0.1	<0.1	-
Transparencia del Agua (m)	9.0		1.2 (m)

\* Referencias: Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

\*\*Referencias: Atlas Oceanográfico de Chile. Agosto 2008.

\*\*\* Promedio de Campaña Febrero 2008.

Con relación a la anterior, podemos hacer el siguiente análisis por parámetro:

### **Temperatura**

La temperatura medida en esta campaña de invierno agosto 2008, osciló entre los 13.0 y 14.7°C. No se observan diferencias con la estación control.

Al comprar estos valores con lo informado en el Atlas Oceanográfico de la Armada (SHOA. 1996), tenemos que esta campaña arroja valores normales para el mes de estudio.

Tampoco en esta oportunidad se detectó termoclina, ya que las diferencias entre superficie y fondo fueron inferiores a 1°C.

### **Oxígeno disuelto**

En esta campaña de Agosto 2008, los valores registrados se encuentran dentro del rango 6.2 y 10.2 mg/L, siendo la estación control la que presentó los valores más altos.

Al convertir estos resultados a porcentaje de saturación (Weiss, 1970) para compararlos con la Guía de la CONAMA de Calidad Ambiental, resulta que todas las estaciones superan el 90% de saturación, lo que las clasifica como aguas de clase 1.

Estos resultados coinciden con lo informado en la campaña de verano, ya que las aguas se presentan con buenos niveles de oxigenación para el desarrollo de vida acuática.

### **Sólidos suspendidos**

Los sólidos suspendidos totales fueron bajos en todas las estaciones, no superando los 5mg/L.

De acuerdo a la Tabla N° 3 de la Guía CONAMA de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, estos resultados confirman lo señalado en la campaña anterior, al clasificar a las aguas como clase 1; o sea, aguas de excelente calidad.

### **pH**

Los valores de este parámetro estuvieron con tendencia alcalina entre 7.5 y 8.2. Estos resultados son coincidentes con los de la campaña de verano, que clasifican a las aguas en la clase 1 (de excelente calidad), según la referencia de la CONAMA.

### **Coliformes Totales y Fecales**

Tanto para los coliformes fecales como para los coliformes totales, las concentraciones son bajas, no superando los 23NMP/100mL. En la campaña de verano también los valores fueron bajos y confirman la clasificación de aguas de buena calidad aptas para cualquier uso (Clase 2), según referencia de CONAMA.

### **Vanadio**

Para esta campaña de invierno 2008, las concentraciones de vanadio en la columna de agua fueron bajas, incluso inferiores al límite de detección del método.



La tendencia a bajas concentraciones, coinciden con lo informado en la campaña de verano 2008.

### **Niquel**

Las concentraciones de níquel en la columna de agua fueron bajas e inferiores a los 0.005mg/L en todas las estaciones. Esto coincide con los valores de la campaña de verano 2008 y las clasifican como aguas de buena calidad y aptas para el desarrollo de ecosistemas marinos, según referencia CONAMA.

También la EPA señala como aguas con valores normales, aquellas que no superen los 0.074 mg/L.

### **Cobre**

De acuerdo a valores referenciales de la EPA (Office of Science and Technology, 2006). las aguas con calidad normal, no debieran tener concentraciones de cobre mayores de 0.005 mg/L y según la CONAMA la Clase 1 (aguas de muy buena calidad) está dada en aguas con valores de menores de 0.01 mg/L.

En esta campaña, todos los valores fueron inferiores a los 0.005 mg/L y en la campaña de verano 2008, también los valores fueron bajos, por lo que podemos señalar entonces, que las aguas están libres de contaminación por cobre.

### **Plomo**

En esta campaña de invierno 2008, todos los valores son inferiores a <0.01 mg/L. lo que comparado con la referencia de la CONAMA, clasifica a este cuerpo de agua como Clase 2 (aguas de buena calidad). Este resultado difiere un poco, en relación a la campaña de campaña de verano, en la cual se clasificó como aguas de clase 1 (muy buena calidad).

También valores referenciales del National Recommended Water Quality Criteria de la EPA (2006), establece un máximo nivel de este contaminante de 0.015 mg/L.

Al comparar nuestros resultados con ambas referencias, podemos confirmar que las aguas no tienen problemas de contaminación por plomo. Sin embargo, igual recomendamos poner atención a su variación en una próxima campaña de mediciones.

### **Zinc**

Las muestras de la columna de agua en todas las estaciones, entregaron concentraciones bajas e inferiores a 0.002mg/L, valores aún más bajos que lo informado en la campaña de verano 2008.

Al comparar con la referencia de la CONAMA, tenemos que se confirma la condición de aguas de Clase 1 (muy buena calidad), ya mencionada en la campaña anterior.



### **Cadmio**

Para esta campaña de invierno 2008, las concentraciones de cadmio en la columna de agua fueron inferiores a  $<0.001$  mg/L, lo que comparado con la referencia de la CONAMA, clasifica a este cuerpo de agua como Clase 1 (aguas de muy buena calidad), igual que lo señalado en la campaña de verano 2008.

### **Hierro**

Todas las estaciones se presentaron en concentraciones inferiores a los 0.002 mg/L. No hay una referencia específica para este parámetro, sin embargo, al comparar este valor con valores estándares de Canadá (0.3 ppm), España (0.2 ppm) y EEUU (0.3 ppm) y lo obtenido en la campaña de verano 2008 (0.001 mg/L), podemos decir que no hay aguas contaminadas con este parámetro.

### **Cromo Total**

El cromo total en todas las estaciones, fue inferior al límite de detección del método y las ubica como aguas de clase 2 según la Norma de la CONAMA.

También, al comparar estos resultados con los entregados por la EPA (National Recommended Water Quality Criteria. 2006), estos no debieran superar un nivel de 0.1 ppm, por lo tanto no hay indicios de este contaminante en el sector.

### **Mercurio**

Al igual que en la campaña de febrero 2008, los valores para este parámetro fueron inferiores al límite de detección ( $<0.001$  mg/L) y al compararlo con la Norma CONAMA las catalogaría como aguas de clase 3 (aguas de regular calidad).

Como el límite de detección empleado a nivel nacional es alto y con fines comparativos, recurrimos a valores dados por la EPA (National Recommended Water Quality Criteria. 2006), en los que menciona como máxima la concentración de 0.0018ppm de mercurio. Al compararlo con nuestros resultados, concluimos que no habría indicios del contaminante en las aguas del sector.

### **Aceites y grasas**

Los valores de aceites y grasas fueron menores a 5 ppm en todas las estaciones de muestreo, correspondiendo a aguas de clase 1 según la tabla N° 3 de la Guía de Normas de Calidad (CONAMA. 2003), al igual que la clasificación de la campaña de verano.

### **Hidrocarburos fijos y volátiles**

Los resultados obtenidos en esta campaña en relación a los hidrocarburos fijos fueron todos menores a 5.0 ppm y los hidrocarburos volátiles menores a 0.1 ppm en todas las estaciones de muestreo. No hay una referencia específica de la CONAMA, para estos tipos de hidrocarburos; sin embargo, sí los hay para los Hidrocarburos Totales (sumatoria de los Hidrocarburos Volátiles + Hidrocarburos Fijos). Según ello, estos resultados superarían las aguas de clase 3 (regular calidad), por lo que podemos comentar que las aguas tienen presencia de hidrocarburos, al igual que lo mencionado en la campaña de verano 2008.



### **Transparencia del Agua**

La transparencia de la columna de agua presentó valores altos demostrando aguas de excelente transparencia para que los organismos fitoplanctónicos realicen fotosíntesis. Con respecto a la campaña anterior, los resultados fueron superiores y parejos en todas las estaciones con un valor promedio de 9.1 m.

Teniendo los resultados de la columna de agua en esta campaña de invierno, podemos concluir que la columna de agua se comportó de manera homogénea. La mayoría de los parámetros medidos, clasifican a las aguas como buenas y muy buena calidad a excepción de los hidrocarburos y del Plomo el que recomendamos evaluar su evolución.

No se observaron diferencias entre las concentraciones de las estaciones del área de interés y la estación control.

Esto coincide con lo reportado como parte de la campaña de verano 2008.

### **5.4.9.2 Caracterización de Sedimentos**

#### **a) Metodología**

En el área de interés se colectaron muestras de organismos que en total pesaron 100 gr., equivalente al requerimiento del laboratorio para análisis de metales pesados para analizar contaminación en tejidos. Los organismos recolectados se pusieron dentro de contenedores aislantes refrigerados, para su conservación en frío durante el traslado al laboratorio. Los metales a analizar fueron:

- Cobre
- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Hierro

El método de análisis utilizado se señala en la siguiente tabla.

**Tabla 5.4-27**  
**Metodologías Químicas de Metales Pesados en**  
**Recursos Hidrobiológicos, Caldera Norte, Agosto 2008.**

<b>Parametro</b>	<b>Metodologia quimica</b>
Cobre	Standard Methods 3111B
Plomo	NCh 2638
Zinc	Standard Methods 3111B
Cadmio	NCh 2636
Hierro	Standard Methods 3111B

## b) Resultados

Al igual que la campaña de verano, se recolectaron organismos del Phyla Mollusca de la especie *Perumytilus purpuratus* y *Mytilus chilensis* (mollusca). La siguiente tabla, entrega los resultados de metales pesados en tejidos de las muestras de organismos recogidos en el sector Norte de Caldera.

**Tabla 5.4-28**  
**Concentración de Metales Pesados en Recursos Hidrobiológicos.**  
**Caldera Norte, Agosto 2008.**

Parametro	E1	E2	Valor referencial
Cobre (mg/Kg)	< 0.124	< 0.124	10 ppm*
Plomo (mg/Kg)	0.947	<0.249	2 ppm*
Zinc (mg/Kg)	18.3	7.99	100 ppm*
Cadmio (mg/Kg)	7.6	1.34	0.2 ppm***
Hierro (mg/Kg)	101	81.6	301-464 ppm**

- Valores de acuerdo a MINSAL
- \*\* Valor de acuerdo a Saiz-Salinas et al. (1996)
- \*\*\* Normativa de México

## c) Análisis

Respecto a los resultados anteriores se puede comentar que:

### Cobre:

El valor referencial para este metal según el reglamento sanitario de los alimentos del Ministerio de Salud de Chile. Decreto N° 60 del 5 de abril de 1982, es de 10 ppm. En esta campaña y al igual que lo reportado en la campaña de verano, los valores fueron bajos, indicando ausencia de contaminación de organismos por cobre.

### Plomo:

En esta campaña, los organismos analizados indicaron concentraciones de plomo inferiores a los 0.9 mg/Kg, valores aún más bajo que lo informado en verano 2008.

Al comparar estos resultados con el valor máximo de 2 ppm, señalado en el Reglamento Sanitario de los Alimentos del Ministerio de Salud (Decreto N° 60/1982), podemos afirmar que no hay organismos contaminados con plomo.

### Zinc:

También para el caso del zinc, los tejidos presentaron concentraciones inferiores (18.3 mg/Kg) a lo reportado en la campaña de verano 2008 (45.1 mg/Kg).

Relacionándolo con lo señalado por el MINSAL (100 mg/Kg), podemos afirmar que no hay problemas de organismos contaminados por zinc.



**Cadmio:**

Según referencias de la normativa mexicana (NOM-ECOL-001-1993), la concentración permitida en tejidos de cadmio es de 0.2 mg/Kg.

En esta campaña, la concentración máxima fue de 7.6 mg/Kg. así como en la campaña de verano, con 0.5 mg/Kg.

De acuerdo a ello, confirmamos que en la zona hay organismos contaminados por cadmio.

**Hierro:**

En esta campaña, la concentración máxima de hierro fue de 101 mg/Kg. valor un poco más alto que lo informado en verano 2008, pero muy inferior al valor referencial dado por Saiz-Salinas *et al.* (1996) de 301 mg/Kg.

Podemos concluir, que según los resultados obtenidos en las dos campañas del 2008, los organismos muestreados están libres de agentes contaminantes como Cobre. Hierro. Plomo y Zinc. No así, para el caso del cadmio, en que en ambas campañas se observó tejidos contaminación.

**5.4.9.3 Ecología Bentónica**

**Bentos Submareal**

**Submareal Fondos Blandos**

**a) Muestreo**

Durante el transcurso de esta campaña de agosto 2008, se realizó un muestreo de comunidades bentónicas submareales en 6 estaciones más 1 de control. Las coordenadas fueron replanteadas con GPS e indicadas en la Figura 5.4-1. Las muestras fueron recolectadas por un buzo con una draga de una mascada de 0.1 m<sup>2</sup> de área. Se extrajo 3 réplicas por estación, aproximadamente 1.000 g de sedimento en cada una de ellas.

Para la clasificación de los componentes de la macrofauna submareal y al igual que lo realizado en la campaña de febrero 2008, se empleó un tamiz con abertura de malla de 1mm, dado que individuos mayores o iguales a este tamaño son los indicados para realizar el análisis de comunidades macrobentónicas de fondos blandos, se recolectaron en frascos etiquetados y los organismos fueron fijados en una solución de alcohol diluida con agua de mar al 4%, para una posterior identificación taxonómica y pesaje.

Luego fueron llevados a laboratorio, en cajas aislantes refrigeradas, para su identificación taxonómica, determinación de su abundancia y biomasa. Esta última se determinó mediante el peso seco de los organismos recolectados por estación.

Con los índices obtenidos (abundancia y biomasa), se realizó un análisis comunitario y se calcularon los índices de diversidad, uniformidad y similitud.



## b) Resultados

Durante el monitoreo se encontraron 486 organismos bentónicos submareales, distribuidos en un total de 17 especies. El detalle de cada estación se señala a continuación:

- En la estación de muestreo E1, se registraron 125 organismos bentónicos pertenecientes a diferentes especies, *Turritella cingulata*, *Oliva peruviana*, *Xanthochorus cassiiformis* (Gastropoda), *Diplodonta inconspicua* (Bivalvia), pertenecientes al Phylum Mollusca. Además de priapúlidos y poliquetos, pertenecientes a los Phyla Priapula y Annelida, respectivamente.
- En la estación E2, se registraron 160 individuos de la especie *Turritella cingulata*, 1 individuo de la especie *Polinicer ubrer* (Gastropoda) y 1 individuo de la especie *Tansennella pañosa* (Bivalvia) todas pertenecientes al Phylum Mollusca.
- En la estación E3. se encontraron 6 especies pertenecientes a los Phyla Mollusca. Annelida, Nemertea y Priapula. Presentando un total de 10 individuos. donde los organismos pertenecientes al Phylum Mollusca fueron los dominantes.
- En la estación E4. se registró la presencia de siete especies diferentes. con representantes de los Phyla Mollusca, Annelida y Nemertea. La mayor abundancia fue observada para Annelida con un valor de 30 ind/m<sup>2</sup>.
- En la estación E5. se encontró un total de 38 individuos distribuidos en 3 Phyla (Mollusca, Annelida y Nemertea). las especies más abundantes son *Venus antiqua* (Bivalvia) y *Turritella cingulata* (Gastropoda) con valores de 100 y 60 ind/m<sup>2</sup>.
- En la Estación E6. se encontraron 7 individuos distribuidos en 4 especies. tres de ellas pertenecientes al Phylum Mollusca y sólo una al Phylum Nemertea. La especie *Turritella cingulata* es la más abundante con 30 ind/m<sup>2</sup> y la especie con mayor aporte de biomasa fue *Oliva peruviana* con un valor de 45 g/m<sup>2</sup>.
- La estación control E7. aportó sólo con especies del Phylum Mollusca. tales como: *Turritella cingulata*, *Prisogaster niger*, *Xanthochorus cassiiformis* y *Nassarius gayi* (Gastropoda), *Chiton sp* (Poliplacophora), *Turritella cingulata* (Gastropoda), fue la especie que aportó mayor cantidad de ejemplares (1.170 individuos) y la de mayor biomasa (1365 g/m<sup>2</sup>). Mientras que la especie *Nassarius gayi* presentó los valores más bajos con una abundancia de 10 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa de 1 g/m<sup>2</sup>.

La siguiente tabla entrega resultados de la clasificación taxonómica de los organismos recolectados en el muestreo submareal en la zona costera de Caldera Norte.

**Tabla 5.4-29**  
**Resultados del Bentos Submareal Fondo Blando, Caldera Norte, Agosto 2008.**

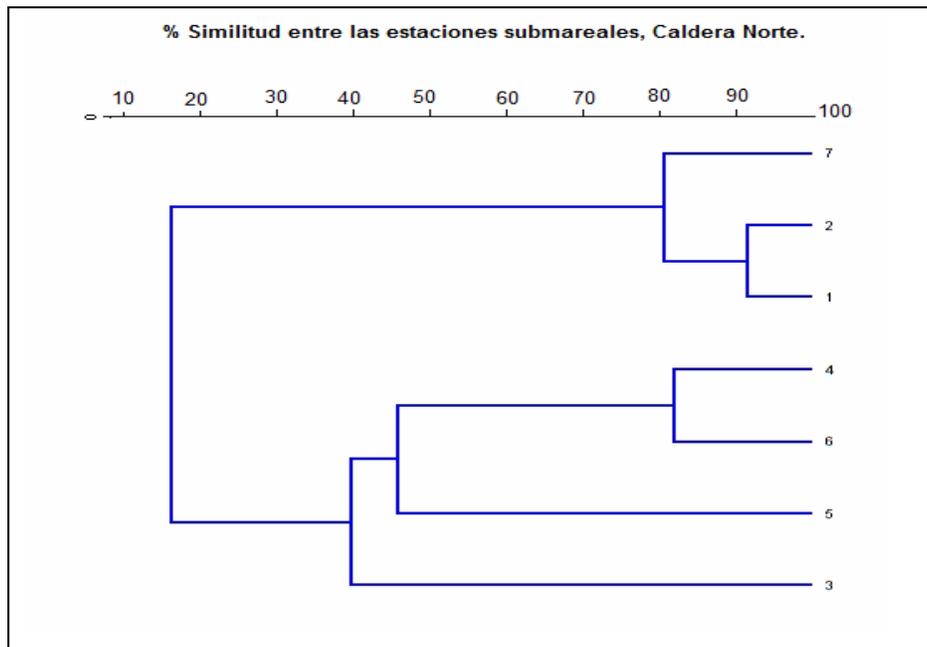
Estación	Phyla	Especie	Abundancia (ind./m <sup>2</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
E1	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	1.190	2.437
	Mollusca	<i>Diplodonta inconspicua</i>	10	2
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	10	106
	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	10	12
	Annelida	<i>Poliqueto</i>	10	1
	Priapula	<i>Priapulido</i>	20	2
E2	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	1.600	2.892
	Mollusca	<i>Polinicer uber</i>	10	4
	Mollusca	<i>Tansennella pannosa</i>	10	1
E3	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	20	383
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	40	81
	Annelida	<i>Poliqueto</i>	20	2
	Nemertea	<i>Nemertino</i>	20	1
	Priapula	<i>Priapulido</i>	10	1
E4	Mollusca	<i>Polinicer uber</i>	10	8
	Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>	10	2
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	20	31
	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	10	2
	Mollusca	<i>Tagelus dombeii</i>	10	1
	Annelida	<i>Poliqueto</i>	30	3
	Nemertea	<i>Nemertino</i>	20	1
E5	Mollusca	<i>Protothaca thaca</i>	10	1
	Mollusca	<i>Priene scabum</i>	20	54
	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	20	21
	Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>	20	3
	Mollusca	<i>Tagelus dombeii</i>	80	9
	Mollusca	<i>Tansennella pannosa</i>	50	3
	Mollusca	<i>Venus antiqua</i>	80	11
	Annelida	<i>Poliqueto</i>	10	1
	Nemertea	<i>Nemertino</i>	10	1
E6	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	30	13
	Mollusca	<i>Tansennella pannosa</i>	10	1
	Mollusca	<i>Oliva peruviana</i>	10	45
	Nemertea	<i>Nemertino</i>	20	1
E7	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	1.170	1.365
	Mollusca	<i>Chiton sp.</i>	50	4
	Mollusca	<i>Prisogaster niger</i>	70	42
	Mollusca	<i>Xanthochorus cassidiformes</i>	20	135
	Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>	10	1

Debido a que en el monitoreo realizado se encontró una muy baja cantidad de organismos, las réplicas fueron promediadas para poder realizar el cálculo de índices ecológicos. La **Tabla 5.4-30** indica los valores obtenidos de índices comunitarios y la Fig. 5.4-19 los cluster de similitud.

**Tabla 5.4-30**  
**Indices Comunitarios de las Comunidades Submareales, Caldera Norte, Agosto 2008.**

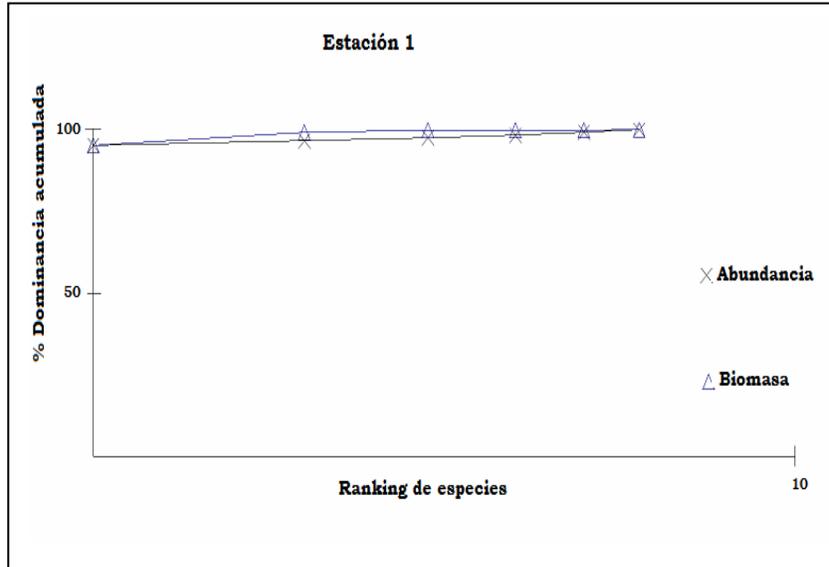
Estación	N° especies	N° Individuos	J'	H'	Desviación Estandar
E1	6	1.250	0.146	0.268	0.03
E2	3	1.620	0.068	0.075	0.01
E3	5	110	0.942	1.516	0.04
E4	7	110	0.949	1.846	0.05
E5	9	380	0.846	1.858	0.04
E6	4	70	0.921	1.277	0.06
E7 (control)	5	1.320	0.303	0.487	0.03

**Figura 5.4-19**  
**Cluster de Similitud. Bray- Curtis entre Estaciones Monitoreadas en el Submarea de Fondos Blandos. Caldera Norte, Agosto 2008.**

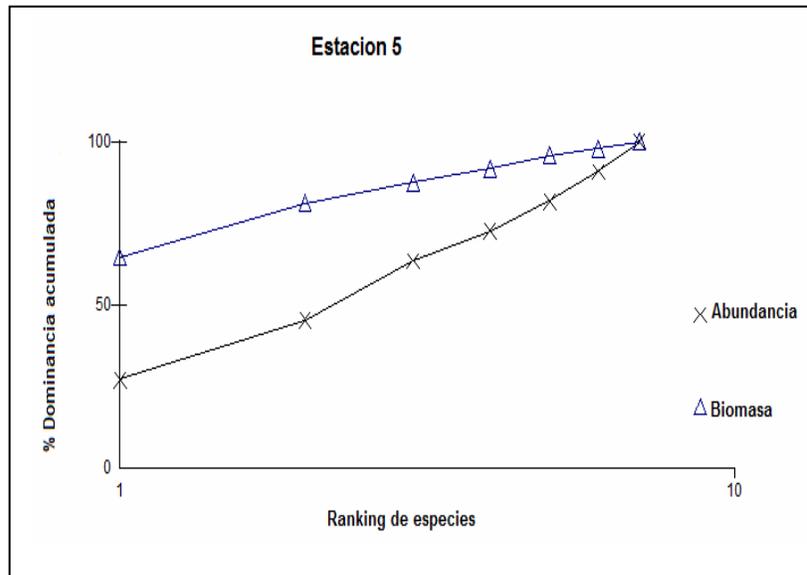


Las Figuras 5.4-20 y 5.4-21 entregan las curvas ABC para la ecología submareal de fondo blando, de aquellas estaciones en las que el número de organismos permitió hacerlo.

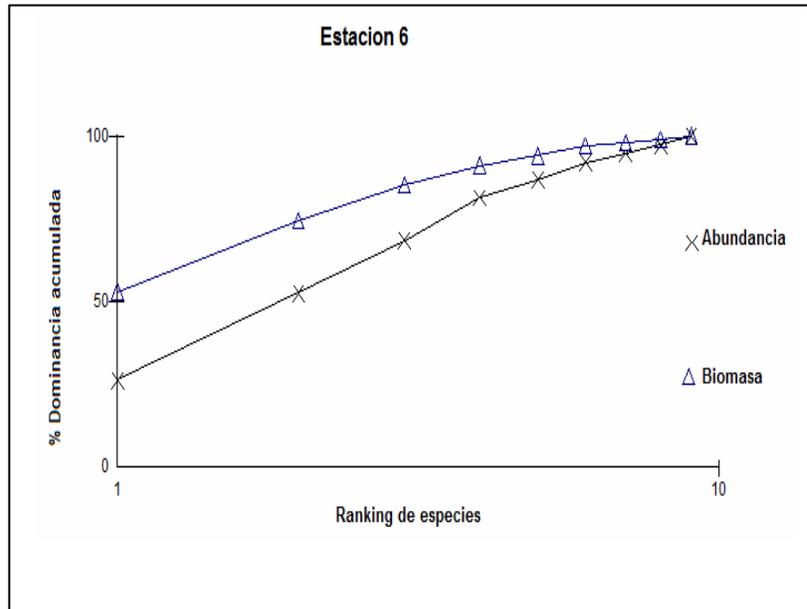
**Figura 5.4-20**  
**Curva ABC en Estación 1. Caldera Norte. Agosto 2008.**



**Figura 5.4-21**  
**Curva ABC en Estación 5. Caldera Norte. Agosto 2008.**



**Figura 5.4-22**  
**Curva ABC en Estación 6. Caldera Norte. Agosto 2008.**



### c) Análisis

De lo anterior podemos comentar que:

- En todas las estaciones muestreadas se presentó un número bajo de especies.
- Las estaciones 4 y 5 son las que presentan el mayor número de especies con valores de 7 y 9, respectivamente.
- En las estaciones E1, E2 y E7 es donde se observa la mayor abundancia de la especie *Turritella cingulata* (Mollusca), este gastrópodo es muy común, habita en diferentes ambientes y generalmente dispone en agregaciones.
- Las estaciones con mayores valores en sus índices de uniformidad (J'), fueron las estaciones E3, E4, E5 y E6, lo que indica que estas comunidades presentan abundancias completamente similares. sin predominio de una especie sobre otra.
- Los índices de Shannon reflejan comunidades con una diversidad de baja en las estaciones E1, E2 y control, esto indica que existe un bajo número de especies. Los valores bajos en este índice revelan que se trata de comunidades poco complejas y con flujo relativamente bajo de energía. Mientras que las estaciones E3, E4, E5 y E6, presentan los altos valores de este índice. lo que implica que estas comunidades son más complejas y con un flujo relativamente alto de energía.
- El método de similitud de Bray-Curtis muestra que de las estaciones E1 y E2 son las más similares con un 90% junto con E4 y E6 que presentan un 80%.

- Con respecto a las curvas ABC, se realizaron en las estaciones con mayor riqueza de especies (E1, E5 y E6). en la E1 las curvas se mantienen casi unidas por lo que habría algún grado de alteración pero muy imperceptible y en las estaciones 5 y 6, la curva de biomasa está por sobre la abundancia por lo que no habrían efectos estresantes en la fauna bentónica.
- En general y de acuerdo a los resultados ecológicos de las estaciones muestreadas en el sector, las especies son pocas. con baja diversidad y presentándose además, sin alteraciones por algún contaminante.

## Submareal Fondos Duros

### a) Muestreo

Durante el estudio se realizó un muestreo en fondos submareales duros. Se trazaron 6 transectas y el muestro realizado fue semi-cuantitativo no destructivo, para esto un buzo especializado bajó al fondo con una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup>, con la cual fue identificando el número de especies y el número de individuos por especie que se encontró en cada zona rocosa. También se solicitó al buzo, que realizará una descripción del fondo, indicando la presencia de algún animal no asociado al bentos, tales como peces, crustáceos, entre otros, además de la presencia de algas.

Luego se realizó el análisis ecológico, calculando diversos índices según la abundancia obtenida de las especies encontradas en el monitoreo.

### b) Resultados

- La composición de taxa encontrados en el submareal de fondos duros estuvo representada por cuatro Phyla: Mollusca, Echinodermata, Cnidaria, Rhodophyta y Phaeophyta. Las especies observadas de algas marinas fueron: *Chondrus canaliculatus*, *Stenogramme interrupta*, *Rhodymenia sp.*, *Gellidium sp.* (Rhodophyta) y *Colpomenia sp.* (Phaeophyta). en relación a la fauna, se observaron las siguientes especies: *Tegula atra*, *Tetrapygyus niger*, *Turritella cingulata*, *Fissurella maxima*, *Chorus giganteus* (Mollusca); *Heliaster heliantus*, *Loxechinus Albus*, *Stichaster striatus* (Echinodermata) y *Actinia sp.* (Cnidaria).
- En la transecta T1, en relación a la flora sólo se observó la especie *Chondrus canaliculatus*. la que presentó una cobertura de 327. Con respecto ala fauna la especie *Tegula atra* está representada por 101 individuos, con una abundancia de 100 ind/m<sup>2</sup>. siendo ésta la más abundante seguida por las especies *Turritella cingulata* (62 ind/m<sup>2</sup>). *Tetrapygyus niger* (19 ind/m<sup>2</sup>) y *Actinia sp.* (16 ind/m<sup>2</sup>).
- La transecta T2 presenta una abundancia total de 142 (ind/m<sup>2</sup>) y la especie más representada es *Tegula atra* (Mollusca, Gastropoda). En cuanto a la flora presente cabe destacar que se observaron las especies *Chondrus canaliculatus* y *Colpomenia sp.*
- La transecta T3 es la que presenta la menor abundancia con un total de 97 (ind/m<sup>2</sup>). La especie *Chondrus canaliculatus* es la tiene mayor cobertura (384).



- La transecta T4 es en la que se observa la mayor abundancia con un valor de 198 (ind/m<sup>2</sup>). Entre la flora presente se encuentran las especies *Chondrus canaliculatus*, *Colpomenia sp.*, *Rhodymenia sp.* y *Stenogramme interrupta*.
- La transecta T5 presenta una abundancia de 121 (ind/m<sup>2</sup>). La fauna observada está mayoritariamente representada por la especie *Tegula atra* con una cantidad de 124.
- La transecta T6 tiene una abundancia de 127 (ind/m<sup>2</sup>). La mayor cobertura está dada por la especie *Chondrus canaliculatus* (490). Entre la fauna marina se encuentran las especies *Tegula atra*, *Tetrapygyus niger*, *Fissurella maxima*, *Chorus giganteus* (Mollusca), *Stichaster striatus* (Echinodermata) y *Actinia sp* (Cnidaria).

La **Tabla 5.4-31** entrega resultados de la clasificación taxonómica de los organismos recolectados en el muestreo submareal de fondo duro en la zona costera de Caldera Norte.

**Tabla 5.4-31**  
**Resultados del Bentos Submareal de Fondos Duros.**  
**Caldera Norte. Agosto 2008.**

Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
T1-1	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>	-	20
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	10	-
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	3	-
T1-2	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	5	
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	2	
T1-3	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>	-	25
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	26	-
T1-4	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		60
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	17	
T1-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		50
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	17	
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	2	
T1-6	Mollusca	<i>Turritella cingulata</i>	61	
T1-7	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	6	
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	8	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	3	
T1-8	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		50
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	14	
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	4	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	1	
T1-9	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		90
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	4	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	4	
T1-10	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		32
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	2	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	8	
T2-1	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		15
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	1	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	3	
	Echinodermata	<i>Tetrapygyus niger</i>	4	



Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
T2-2	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		20
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	31	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	2	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	2	
T2-3	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		65
T2-4	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		45
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	9	
T2-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		30
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	38	
T2-6	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>	75	
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>	45	
T2-7	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		58
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	18	
T2-8	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		65
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	13	
	Echinodermata	<i>Heliaster heliantus</i>	1	
T2-9	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		45
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	15	
T2-10	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		52
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	5	
T3-1	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	11	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	3	
	Echinodermata	<i>Heliaster heliantus</i>	1	
T3-2	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	24	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	2	
T3-3	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		55
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		50
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	3	
T3-4	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		30
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		24
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	5	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	2	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	3	
T3-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		88
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	4	
T3-6	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		32
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	10	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	3	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	2	
T3-7	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		72
	Rhodophyta	<i>Gellidium sp.</i>	15	
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>	28	
T3-8	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		35
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	10	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	1	
T3-9	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		32
	Rhodophyta	<i>Rhodymenia sp.</i>		72
T3-10	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		40



Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	10	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	1	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	2	
T4-1	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	15	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	5	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	2	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	9	
T4-2	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		24
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		68
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	4	
T4-3	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	11	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	16	
T4-4	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	13	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	4	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	1	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	12	
T4-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		48
	Rhodophyta	<i>Rhodymenia sp.</i>		40
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	23	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	4	
T4-6	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		48
	Rhodophyta	<i>Rhodymenia sp.</i>		12
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		40
T4-7	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	7	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	8	
T4-8	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	43	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	2	
T4-9	Rhodophyta	<i>Stenogramme interrupta</i>	70	
T4-10	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		56
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	19	
T5-1	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		40
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	18	
T5-2	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		45
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	14	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	1	
	Echinodermata	<i>Loxechinus albus</i>	3	
T5-3	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		20
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		44
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	6	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	10	
T5-4	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	9	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	7	
T5-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		12
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		20
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	9	
T5-6	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	10	
T5-7	Rhodophyta	<i>Rhodymenia sp.</i>		20
	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		28

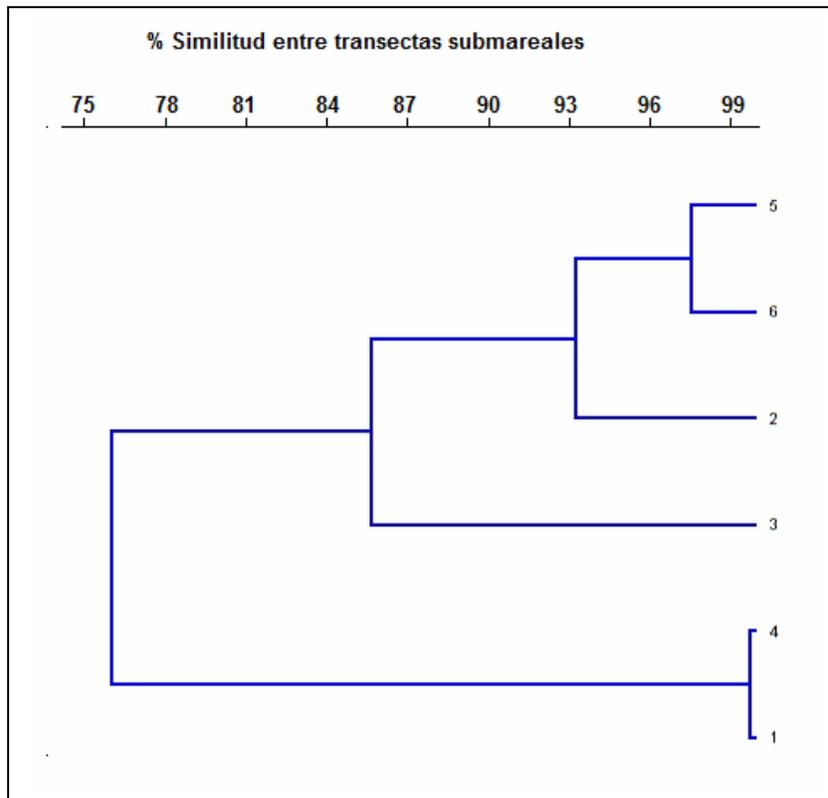


Transecta	Phylum	Especie	Abundancia (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Cobertura (0.25 m <sup>2</sup> )
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	12	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	2	
T5-8	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		28
	Rhodophyta	<i>Stenogramme interrupta</i>		4
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		36
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	15	
T5-9	Rhodophyta	<i>Stenogramme interrupta</i>		32
T5-10	Rhodophyta	<i>Stenogramme interrupta</i>		28
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		4
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	5	
T6-1	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		32
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	8	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	3	
T6-2	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		46
	Phaeophyta	<i>Colpomenia sp.</i>		15
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	3	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	5	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	2	
T6-3	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		35
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	24	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	2	
T6-4	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		45
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	5	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	7	
T6-5	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		32
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	12	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	1	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	9	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	1	
T6-6	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	10	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	2	
	Echinodermata	<i>Tetrapygus niger</i>	1	
	Echinodermata	<i>Stichaster striatus</i>	1	
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	7	
T6-7	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		100
T6-8	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		56
	Mollusca	<i>Tegula atra</i>	7	
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	10	
T6-9	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		100
T6-10	Rhodophyta	<i>Chondrus canaliculatus</i>		44
	Mollusca	<i>Chorus giganteus</i>	2	
	Mollusca	<i>Fissurella maxima</i>	5	

**Tabla 5.4-32**  
**Indices Comunitarios de las Comunidades Submareales de Fondo Duro.**  
**Caldera Norte, Agosto 2008.**

Transectas	N° especies	N° Individuos	J'	H'	Desviación estándar
1	4	197	0.82	1.14	0.046
2	4	142	0.34	0.47	0.080
3	5	97	0.52	0.83	0.106
4	5	198	0.68	1.09	0.062
5	5	121	0.73	1.18	0.071
6	6	127	0.74	1.32	0.076

**Figura 5.4-23**  
**Cluster de Similitud de Transectas de Submareal de Fondo Duro en**  
**Caldera Norte, Agosto 2008.**



### c) Análisis

En las zonas muestreadas se encontró fauna y macroalgas asociadas al fondo. De los resultados podemos señalar que:

- En todas las transectas muestreadas el número de especies encontradas oscilo entre 3 y 7. La transecta T7 (control), es la que presenta el número más bajo de especies (3). mientras que las transectas T4, T5 y T6 son la que tienen mayor número. con valores de 6, 7 y 7. respectivamente.
- De las transectas muestreadas. T3 es la que presenta el menor número de individuos. con un total de 61. Las transectas T5 y T6, presentan las mayores cantidades de individuos con 247 y 386. respectivamente.
- Las transecta con mayor valor en el índice de uniformidad (J'), fue la T1. con 0.8187, luego T6 con 0.7369, lo que indica que las comunidades presentan abundancias muy similares. con poco predominio de una especie sobre otra.
- Con respecto al índice de diversidad de Shannon los valores se presentaron bajos en todas las estaciones. es decir que existe un bajo número de especies en las 6 transectas. Los valores bajos en este índice revelan que se trata de comunidades poco complejas y con flujo relativamente bajo de energía. De acuerdo a la clasificación de Hendey (1977) las transectas T2 y T3 presentarían una alteración severa ya que presentan valores entre 0 y 1, y las restantes presentarían una alteración moderada.
- El método de similitud de Bray-Curtis muestra que de las 6 transectas, T1 y T4 presentan la mayor similitud, con un 98%; T5 y T6 presentan un 97% de similitud. En general las transectas submareales se presentaron muy similares entre sí, con un porcentaje no menor que 75% entre las más disímiles.
- En general. el intermareal rocoso del sector es poco diverso en cuanto a especies; sin embargo, durante el monitoreo realizado en esta campaña se observa un mayor número de especies y un menor número de individuos, en relación a la campaña realizada durante el mes de Febrero de 2008. Como lo ocurrido en el monitoreo de submareal de fondos blandos, se encontraron pocos organismos. Por otro lado se encontró una gran cantidad de algas en la zona, por lo que no se podría decir que el área se encuentre alterada por algún factor estresante.

### **Bentos Intermareal Fondos Duros**

#### a) Muestreo

Para conocer el estado de las comunidades del ambiente intermareal, se realizó un muestreo en 6 transectas paralelas proyectadas en la zona de Caldera Norte y una transecta tomada como estación control en el borde costero de la ciudad de Caldera, todas las transectas cubren la franja que va desde el límite superior de la más alta marea hasta el límite inferior. Se utilizó una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup> para realizar un conteo del número de individuos presentes en cada estación. Lo anterior, permite identificar de acuerdo al sustrato y con un muestreo de cobertura y recubrimiento no destructivo, los organismos que componen el bentos intermareal.



Con este objeto se seleccionó para cada transecta, cuatro estaciones equidistantes a fin de cubrir la franja de intermareal rocoso en un largo aproximadamente de 15 m.

Luego de su conteo e identificación, se realizó un análisis ecológico, donde se calcula el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) que muestra una comunidad con diversidad específica alta, si muchas especies presentes son iguales o semejantes en cuanto a su abundancia; por otra parte, cuando la comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si únicamente muy pocas especies son abundantes, la diversidad específica es baja. Una diversidad alta indica una comunidad compleja porque una gran variedad de especies permite mayor número de interacciones específicas que involucran transferencia de energía, depredación, competencia. etc.

También se evaluó la uniformidad ( $J'$ ), la cual establece cuan similares son las abundancias de las especies dentro de una comunidad. Si  $J'$  tiende a 1, la diversidad de la comunidad se asemeja a la diversidad máxima y. por lo tanto, las abundancias de las especies dentro de la comunidad son similares. Si  $J'$  tiende a 0, la diversidad de la comunidad es muy pequeña en relación a su diversidad máxima teórica y por lo tanto, esto indica que las abundancias de las especies son muy desiguales, con algunas muy abundantes y otras poco abundantes.

## Resultados

Los resultados en el monitoreo realizado en el intermareal de fondos duros indican la presencia de diferentes especies animales pertenecientes a los Phyla Mollusca, Arthropoda, Cnidaria y Equinodermata. Entre estas se especies se encuentran *Nodilitorina peruviana*, *Balanus sp.*, *Heliaster heliantus*.

La flora estuvo representada por especie de los Phyla Rhodophyta. y Chlorophyta, donde se observaron especies como *Porphyra sp.*, *Codium dimorphum*, *Ulva lactuca* y *Corallina officinalis*, entre otras.

Algunos comentarios por transectas son:

- En las Transecta T1. se registraron 2 especies de fauna bentónica pertenecientes a los Phyla Mollusca y Arthropoda. siendo la especie *Balanus sp.* (Arthropoda, Malacostraca) la que presentó una mayor abundancia con 188 ind/m<sup>2</sup>. En cuanto a flora cabe destacar que sólo se observó especies del Phylum Rhodophyta.
- En T2 se registraron diversas especies. tales como *Nodilitorina peruviana* (Mollusca) *Actinia sp.* (Cnidaria) y *Balanus sp.* (Arthropoda) además de especies de algas como *Chaetomorpha sp.* (Chlorophyta). *Prionitis sp.*, *Corallina officinalis* y *Mazzaella laminarioides* del Phylum Rhodophyta.
- La transecta T3 presenta especies de los 3 Phyla con un total de cinco especies. *Balanus sp.* es el único representante de fauna. Además se registró la presencia de tres especies de algas de los Phyla Rhodophyta y Chlorophyta, la especie con mayor cobertura es *Ulva lactuca* con un 44.4% promedio.
- En la transecta T4 se observó sólo una especie del Phylum Arthropoda. *Balanus sp.*, con una cobertura de 30.1% y una abundancia de 135 ind/m<sup>2</sup>.



- En T5 la fauna bentónica estuvo representada por dos especies de los Phyla Cnidaria, Mollusca y Arthropoda (*Actinia sp.*, *Nodilittorina peruviana* y *Balanus sp.*, respectivamente). La especie *Balanus sp.*, nuevamente fue la que presentó una mayor abundancia con ind/m<sup>2</sup>.
- En la transecta T6 se observaron especies de algas marinas tales como *Ulva lactuca*, *Codium dimorphum* (Chlorophyta) y *Corallina officinalis* (Rhodophyta). Dentro de la fauna observada se encuentran las especies *Nodilittorina peruviana* (Mollusca), *Actinia sp.* (Cnidaria), *Heliaster heliantus* (Echinodermata) y *Balanus sp.* (Arthropoda), ésta última presentó una cobertura de 70% y una abundancia de 298 ind/m<sup>2</sup>.
- La estación control T7 se encontró representado por tres Phyla: Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. Por otra parte. la flora estuvo representada por *Porphyra sp.*

La **Tabla 5.4-33** entrega resultados de abundancia y cobertura de los organismos recolectados. Así como también su clasificación taxonómica.

**Tabla 5.4-33**  
**Resultados del Bentos Intermareal.**  
**Caldera Norte, Agosto 2008.**

Transecta	Phylum	Especie	Cobertura (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Abundancia (0.25 m <sup>2</sup> )
T1-1	Roca desnuda			
T1-2	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		1
T1-3	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		6
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	40	178
T1-4	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		10
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	2	9
	Rhodophyta	<i>Prionitis sp.</i>	80	
	Rhodophyta	<i>Corallina officinalis</i>	5.6	
T2-1	Roca desnuda			
T2-2	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		18
	Mollusca	<i>Nodilittorina araucana</i>		33
T2-3	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		53
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>		1
	Chlorophyta	<i>Chaetomorpha sp.</i>	11.1	
T2-4	Chlorophyta	<i>Chaetomorpha sp.</i>	44.5	
	Rhodophyta	<i>Mazzaella laminarioides</i>	5.6	
T3-1	Roca desnuda			
T3-2	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	7.6	33
T3-3	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	5.6	24
	Chlorophyta	<i>Ulva lactuca</i>	11.1	
T3-4	Rhodophyta	<i>Corallina officinalis</i>	33.3	
	Rhodophyta	<i>Gelidium sp.</i>	22.2	
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	1	4
	T4-1	Roca desnuda		
T4-2	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	22	98
T4-3	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	5.6	26
	Chlorophyta	<i>Ulva lactuca</i>	33.3	
	Rhodophyta	<i>Hildenbrandia lecanellieri</i>	44.5	

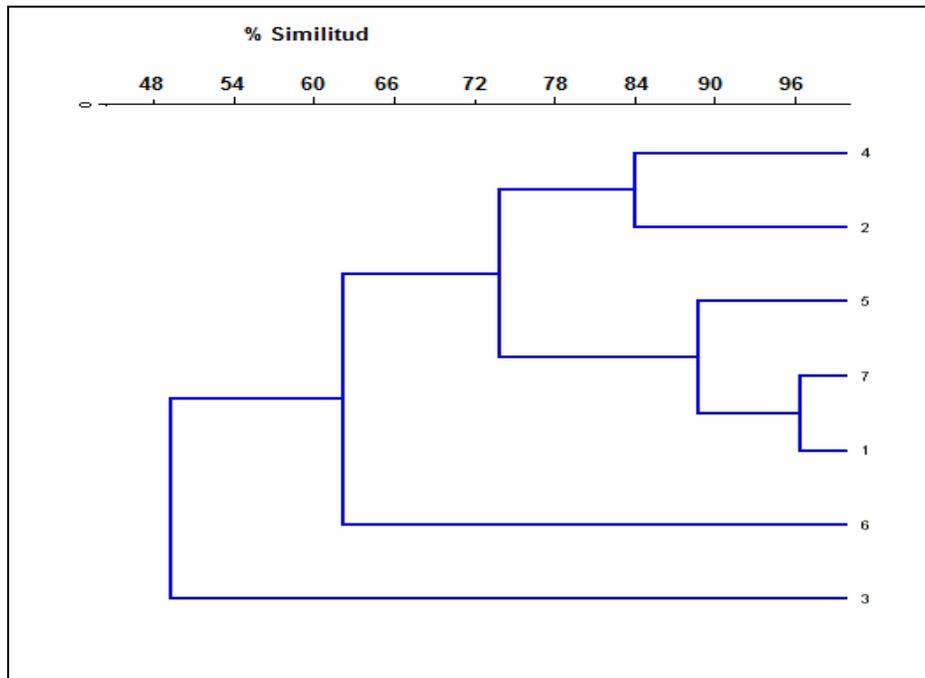
Transecta	Phylum	Especie	Cobertura (ind./0.25 m <sup>2</sup> )	Abundancia (0.25 m <sup>2</sup> )
T4-4	Mollusca	<i>Fissurella sp.</i>		7
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	2.5	11
	Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>		1
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>		2
T5-1	Roca desnuda			
T5-2	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	50	219
	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		22
T5-3	Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>		1
	Rhodophyta	<i>Corallina officinalis</i>	22.2	
	Rhodophyta	<i>Hildenbrandia lecanellieri</i>	50	
	Rhodophyta	<i>Gelidium sp.</i>	16.6	
T5-4	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>		4
	Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>		1
	Rhodophyta	<i>Hildenbrandia lecanellieri</i>	11.1	
	Rhodophyta	<i>Gelidium sp.</i>	33.3	
T6-1	Roca desnuda			
T6-2	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		76
T6-3	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	50	211
	Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>		1
	Mollusca	<i>Nodilittorina peruviana</i>		20
T6-4	Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>		1
	Chlorophyta	<i>Ulva lactuca</i>	25	
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	20	87
	Rhodophyta	<i>Corallina officinalis</i>	22.2	
	Chlorophyta	<i>Codium dimorphum</i>	10	
T7-1 (control)	Roca desnuda			
T7-2	Roca desnuda			
T7-3	Rhodophyta	<i>Porphyra sp.</i>	80	
T7-4	Rhodophyta	<i>Porphyra sp.</i>	20	
	Arthropoda	<i>Balanus sp.</i>	45	189
	Echinodermata	<i>Heliaster helianthus</i>		1

La **Tabla 5.4-34** Indica los valores obtenidos de índices comunitarios obtenidos de la abundancia de las especies.

**Tabla 5.4-34**  
**Indices Comunitarios de las Comunidades Intermareales. Caldera Norte, Agosto 2008.**

Transectas	N° especies	N° Individuos	J'	H'	Desviación estándar
T1	2	204	0.414	0.287	0.047
T2	3	105	0.612	0.673	0.052
T3	1	61	---	---	---
T4	4	145	0.221	0.306	0.074
T5	4	247	0.309	0.428	0.058
T6	4	386	0.408	0.565	0.033
T7	2	190	0.047	0.003	0.028

**Figura 5.4-24**  
**Cluster de Similitud de Transectas de Intermareal en Caldera Norte, Agosto 2008.**



**b) Análisis**

De lo anterior podemos extraer lo siguiente:

- En todas las Transectas intermareales se registró un número relativamente bajo de especies. en especial en la transecta control T7 que sólo se encontraron 3 especies. Las transectas T4, T5 y T6. son las que tienen mayor cantidad de especies con valores de 6, 7 y 7 especies. respectivamente.



- El índice de diversidad de Shannon es importante pues nos permite determinar la riqueza de una zona. Estos índices reflejan comunidades con una diversidad de especies relativamente baja para todas las transectas. El índice menor se encuentra en la transecta T7 que es de 0.065, lo que es muy bajo. Mientras que el índice mayor se presenta en la transecta T2 que es de 0.766.
- La Uniformidad establece cuan similares son las abundancias de las especies dentro de una comunidad. Los resultados indican que las comunidades muestreadas son muy poco similares, hay una gran diferencia en la composición faunística.
- Respecto al Cluster, se puede observar una gran similitud entre las transectas T1 y T7 con un 96%, siguiendo las transectas T2 y T4 con un 84%.

En general, los resultados muestran un comportamiento similar entre el muestreo submareal blando y rocoso, presentando una baja cantidad de especies bentónicas; sin embargo, se presenta una gran cantidad de algas. Con respecto a la campaña anterior esta se mostró muy similar en los resultados.

## **CENSO DE AVIFAUNA**

### **a) Metodología**

Se efectuó un reconocimiento del borde costero aledaño a las instalaciones del Terminal Marítimo Rocas Negras. Este sector se caracteriza en general, por presentar un borde rocoso, lo que sirve de refugio a las aves que habitan el lugar.

El censo de aves se efectuó de acuerdo a la metodología señalada por la Unión de Ornitólogos de Chile "UNORCH", mediante estaciones de muestreo, con observación durante el día (AM y PM).

Se identificó el número de especies y se aproximó en número en que cada una de ellas se encontró en la zona. Además se registró las actividades que fueron realizadas durante el transcurso del día.

### **b) Resultados**

Durante las mediciones. el clima estuvo despejado, sin nubosidad con viento suave moderado.

Se identificó un total de 4 especies de aves en el área de interés, pertenecientes a 4 familias. En la **Tabla 5.4-35** se presentan las especies de aves avistadas durante el censo y en la **Tabla 5.4-36** se detalla el número de ejemplares observados en el muestreo.

**Tabla 5.4-35**  
**Aves Observadas en el Área de Estudio.**  
**Caldera Norte, Agosto 2008.**

Familia	Especie	Nombre comun	Comportamiento	Area de distribución*
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo de pesca, asentamiento disperso sobre agua.	Entre Arica y Corral. Ocasionalmente hasta Maullín y Chiloé. Accidentalmente Tierra del Fuego.
Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo de protección de nido, sobrevuelo general.	Desde Arica a Cabo de Hornos.
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Yeco	Asentamiento de descanso sobre roca, sobrevuelo y picada de pesca, desplazamiento sobre agua.	A lo largo de toda la zona continental, desde Arica a Tierra del Fuego.
Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	Reconocimiento sobre arena.	Desde Arica a Valdivia

Según Araya & Millie (1998)

**Tabla 5.4-36**  
**Resultado del Censo de Avifauna. Caldera Norte. Agosto 2008.**

Nombre científico	Nombre común	Cantidad (Nº ejemplares/ hora observación)	Categoría IUCN
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	2	LC*
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	20	LC*
<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Cormorán negro o Yeco	3	LC*
<i>Procelsterna caerulea</i>	Gaviotín de San Ambrosio. Golondrina de mar.	26	LC*
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	2	LC*
<i>Numenius boreales</i>	Zarapito	1	PC**
<i>Cathartes aura</i>	Jote	3	LC*
<i>Sula variegata</i>	Piquero	2	IC***

\* LC: Preocupación menor

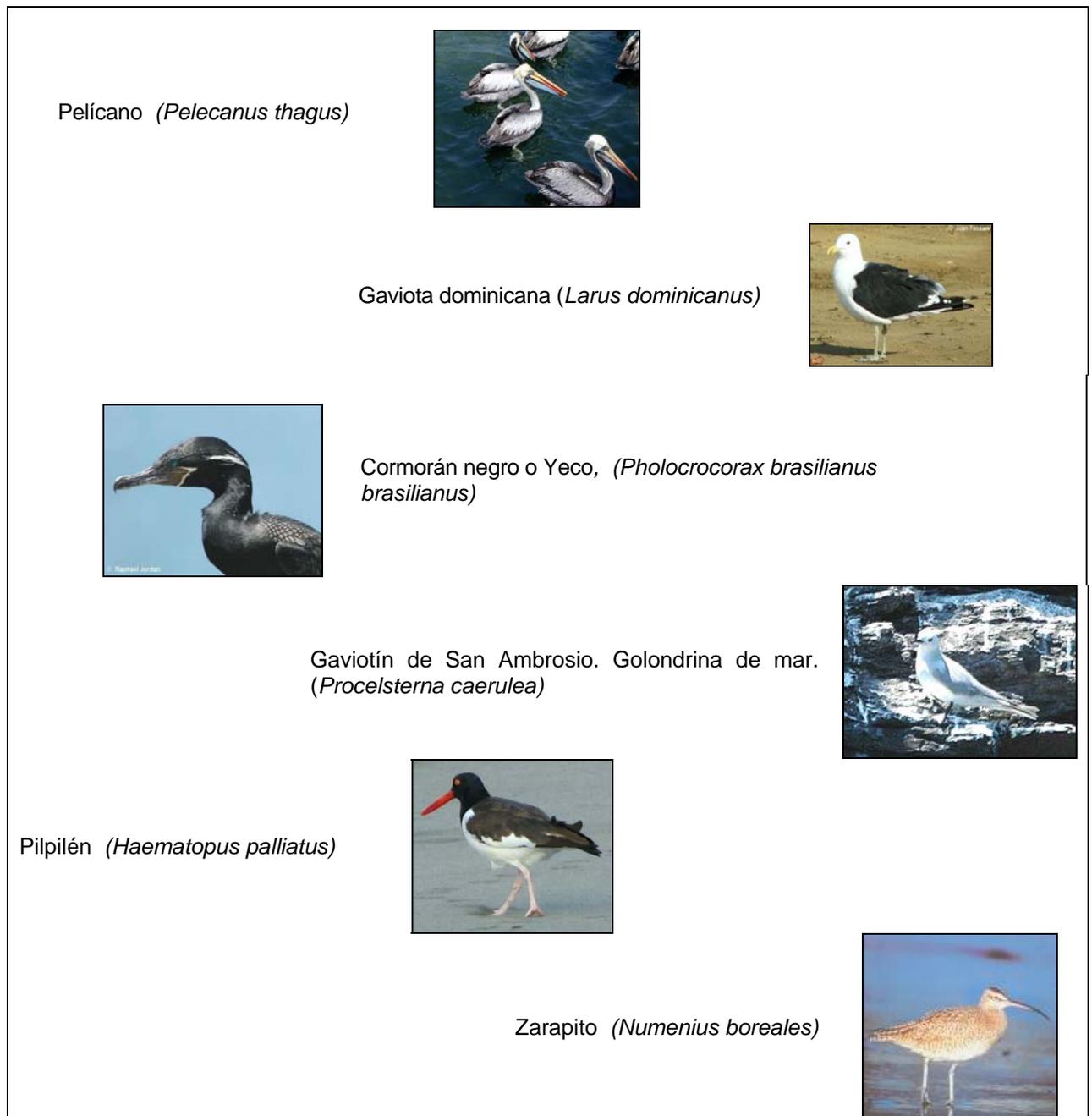
\*\*PC: Peligro crítico

\*\*\*Inadecuadamente conocido



En las fotografías de la **Figura 5.4-25**, se muestran las especies señaladas en las Tablas anteriores (**5.4-35 y 5.4-36**).

**Figura 5.4.25**  
**Fotografías de aves observadas en Caldera Norte. Agosto 2008.**  
(Fuente: [www.avesdechile.cl](http://www.avesdechile.cl))



Jote (*Cathartes aura*)



Piquero ( *Sula variegata* )



Los ejemplares censados son comunes en estos hábitats. La mayoría de ellos no son especies que están en peligro de extinción o vulnerables (Glade 1993), excepto la especie *Numenius boreales* (Zarapito), el que está considerado en Peligro Crítico. El resto de las aves censadas, de acuerdo a la categoría de conservación de la IUCN, son de preocupación menor, es decir, que habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías *En peligro crítico*, *En peligro*, *Vulnerable* o *Casi amenazado*. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

En general, las aves observadas presentaron un similar comportamiento, siendo frecuentemente observadas descansando sobre las rocas. Además a algunas de estas aves como Pilpilén y Yecos, se les encontró alimentándose sobre las rocas. Otra conducta observada habitualmente fue en sobrevuelo de pesca y en asentamiento disperso sobre el agua.

Los ejemplares observados eran adultos y no se observó un sitio específico de nidificación de alguna de ellas.

El sector estudiado se caracterizó principalmente por corresponder a un área de alimentación de aves marinas.

## FAUNA MARINA

De acuerdo a los antecedentes de la zona, se puede encontrar una variedad amplia de fauna marina en el sector de Caldera, según se señala en las **Tablas 5.4-37 a 5.4-41**, para aves, mamíferos, peces e invertebrados. Los antecedentes se obtuvieron de un proyecto de United Nations Development Programme (UNDP), realizado el año 2004 y donde se establecen tres áreas propuestas de múltiples usos en las costas chilenas, una de ellas es Caldera, este proyecto fue realizado en conjunto con entidades gubernamentales como CONAMA. SUBPESCA. SERNAPesca, entre otras.

**Tabla 5.4-37**  
**Especies Principales de Aves en Caldera y su estado de Conservación**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004).**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	IUCN*	ENCA**
<b>Podicipediformes</b>	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo		
<b>Procellariiformes</b>	Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante	Vulnerable	Vulnerable
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Fardela negra		
		<i>Puffinus creatopus</i>	Fardela blanca	Vulnerable (Vu)	Vulnerable (Vu)
	Pelecanoididae	<i>Pelecanoides magellani</i>	Junco. Petrel zambullidor		
<b>Sphenisciformes</b>	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Vulnerable (Vu)	Vulnerable (Vu)
<b>Pelecaniformes</b>	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormoran de las rocas		
<b>Ciconiiformes</b>	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica		
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado		
		<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande		
		<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real		
		<i>Chloëphaga hybrida</i>	Caranca		
<b>Falconiformes</b>	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra		
		<i>Vultur gryphus</i>	Condor. Buitre	Bajo riesgo (Lr)	Vulnerable (Vu)
	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho chico		
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae	<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo		
	Haematopodidae	<i>Haematopus leucopodus</i>	Pilpilen Austral		
	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero occidental		
		<i>Calidris bairdii</i>	Playero albo		

\* IUCN 2000

\*\* National Union for Birds Conservation (Unión de Ornólogos de Chile. 1992)

En cuanto a los mamíferos marinos típicos del sector de Caldera podemos encontrar los siguientes.

**Tabla 5.4-38**  
**Especies Principales de Mamíferos Marinos en Caldera**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
<b>Pinnipedia</b>	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino
<b>Carnivora</b>	Mustelidae	<i>Lontra felina</i>	Chungungo

Los peces de la zona se detallan algunos ejemplares que tengan importancia económica, este antecedente fue obtenido desde las estadísticas oficiales del SERNAPESCA.

**Tabla 5.4-39**  
**Especies Principales de Peces en Caldera y su Importancia Económica**  
**(United Nations Development Programme (UNDP), 2004)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
ALLOPIIDAE	<i>Alopias vulpinus</i>	Pejezorro
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus scapularis</i>	Sargo
APLODACTYLIDAE	<i>Aplodactylus punctatus</i>	Jerguilla
BRAMIDAE	<i>Brama australis</i>	Reineta
CALLORHYNCHIDAE	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallo
SCIAENIDAE	<i>Cilus gilberti</i>	Corvina
CLUPEIDAE	<i>Clupea bentincki</i>	Sardina común
CORYPHAENIDAE	<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado
SCIAENIDAE	<i>Cynoscion analis</i>	Ayanque
EPIGONIDAE	<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo
CLUPEIDAE	<i>Ethmidium maculatum</i>	Machuelo o Titre
OPHIDIIDAE	<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado
	<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado
	<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro
KYPHOSIDAE	<i>Graus nigra</i>	Vieja o Mulata
HAEMULIDAE	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza
MERLUCCIDAE	<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común
MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa
ATHERINIDAE	<i>Odonthestes regia</i>	Pejerrey de Mar
SERRANIDAE	<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla común
PARALICHTHYIDAE	<i>Paralichthys microps</i>	Lenguado
PINGUIPIDAE	<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo
CENTROLOPHIDAE	<i>Seriola violacea</i>	Cojinova del Norte
GEMPYLIDAE	<i>Thyrsites atun</i>	Sierra
XIPHIIDAE	<i>Xiphias gladius</i>	Albacora

En el muestreo bentónico tanto submareal como intermareal se encontró una baja cantidad de especies, sin embargo este proyecto nombra una serie de organismos típicos del sector de Caldera que se detalla en la **Tabla 5.4-40**.

**Tabla 5.4-40**  
**Especies Principales de Invertebrados Marinos en Caldera.**

PHYLA	ESPECIES
CNIDARIA	<i>Actinia sp</i>
	<i>Antholoba achates</i>
PLATYHELMINTHES	<i>Tricladida</i>
ANNELIDA	<i>Branchiomaldane sp.</i>
	<i>Chaetoerus sp</i>
	<i>Marphysa sp</i>
	<i>Polydora sp</i>
MOLLUSCA (Clase: GASTROPODA)	<i>Fisurella sp.</i>
	<i>Scurria scurra</i>
	<i>Crepidula sp</i>
	<i>Tegula (Chlorostoma) atra</i>
	<i>Llotia cancelata</i>
	<i>Agathotoma ordinaria</i>
	<i>Concholepas concholepas</i>
	<i>Triphora sp</i>
MOLLUSCA (Clase: BIVALVIA)	<i>Mytilus edulis chilensis</i>
	<i>Aulacomya ater</i>
	<i>Kellia tumbesina</i>
	<i>Protothaca thaca</i>
	<i>Entodesma cuneata</i>
ARTHROPODA	<i>Balanus flosculus</i>
	<i>Betaeus sp</i>
	<i>Hippolyte williamsi</i>
	<i>Pachycheles sp.</i>
	<i>Pagurus edwardsi</i>
	<i>Taliepus dentatus</i>
ECHINODERMATA	<i>Patiria obesa</i>
	<i>Stichaster striatus</i>
	<i>Meyenaster gelatinosus</i>
	<i>Loxechinus albus</i>

Durante la estadía en terreno en Caldera Norte, se recopiló información a personas del sector como comerciantes, pescadores, etc. Además de observación en terreno y las principales especies observadas de fauna marina se señalan en la Tabla 5.4-41.

**Tabla 5.4-41**  
**Fauna Marina Observada en el Área de Estudio. Caldera Norte. Agosto 2008**

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Aves	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota
	<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i>	Cormorán negro o Yeco
	<i>Numenius boreales</i>	Zarapito
	<i>Procelsterna caerulea</i>	Golondrina de mar
	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén
	<i>Cathartes aura</i>	Jote
	<i>Sula variegata</i>	Piquero
Mamíferos	<i>Lontra felina</i>	Chungungo
Reptil	<i>Liolaemus sp</i>	Lagartija
Equinodermos	<i>Heliaster helianthus</i>	Sol de mar
Arthropoda	<i>Jehlius cirratus</i>	Picorocos
Cnidaria	<i>Actinia sp.</i>	Actinia

Si bien los resultados indican que no se observó gran cantidad de especies, esto concuerda con los resultados entregados en el muestreo bentónico tanto submareal como intermareal, demostrando una baja de individuos.

#### 5.4.10 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este monitoreo, se tienen los siguientes comentarios o conclusiones:

- Se puede concluir que al igual que en la campaña anterior, las variables físico-químicas y microbiológicas definidas para establecer el estado de condición o calidad actual de la columna de agua, no evidenciaron señales de alteración atribuibles a causas de origen antrópico y las variaciones observadas, tanto físicas como químicas, obedecen a la variabilidad natural de un sistema marino costero, salvo los hidrocarburos.
- El tamaño del gránulo en los sedimentos resultaron ser arena muy gruesa. En cuanto a los análisis de metales estos no presentaron alteraciones y por lo tanto, no provocarían efectos adversos en la biota marina.
- En general y a excepción del cadmio, el análisis de metales pesados en organismos refleja ausencia de tejidos contaminados. lo que concuerda con lo informado para los sedimentos. Situación similar a lo resultado en la campaña de verano.



- Las comunidades bentónicas intermareales y submareales tanto de fondo duro como blando, presentaron una abundancia y diversidad de especies baja. Sin embargo, no se observan perturbaciones ambientales que alteren a las comunidades si lo relacionamos con los análisis de sedimentos y columna de agua.
- Con respecto al censo de aves y fauna marina del sector, también presentó un número bajo de especies observadas, pero aumentó la cantidad de especies avistadas en relación a la campaña realizada durante el mes de febrero.