

ANEXO 9
VEGETACIÓN Y FLORA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	1
4. METODOLOGÍA.....	2
5. ANTECEDENTES GENERALES	2
6. RESULTADOS.....	3
6.1 Vegetación	3
6.1.1 Vertedero de cenizas y Terrazas marinas.....	3
6.1.2 Laderas exposición oeste Cordillera de la Costa.....	4
6.2 Flora	7
7. CONCLUSIONES.....	8
8. BIBLIOGRAFÍA.....	9

TABLAS

Tabla 1 Listado florístico área de estudio. (Septiembre, 2006)

FOTOGRAFÍAS

Foto 1	Vista general área sitio instalación vertedero de cenizas
Foto 2	Vista general población de <i>Eulychnia iquiquensis</i> .
Foto 3	Vista general población de <i>Eulychnia iquiquensis</i> .
Foto 4	Ejemplares de <i>Eulychnia iquiquensis</i> .
Foto 5	Formación de suculenta muy escasas de <i>Eulychnia iquiquensis</i> .
Foto 6	Vista general población <i>Copiapoa solaris</i> .
Foto 7	Ejemplares <i>Copiapoa solaris</i> .
Foto 8	Ejemplar muerto de <i>Copiapoa solaris</i> .

FIGURAS

Figura 1 Línea de base temática - Vegetación

ANEXO 9

VEGETACIÓN Y FLORA

1. INTRODUCCIÓN

La Región de Antofagasta (II Región), se caracteriza por presenta contrastantes diferencias climáticas y geográficas entre el sector costero y el interior, esto debido a la influencia marina y a los efecto de la neblina costera (camanchaca).

Esto permite la existencia de una flora muy característica en los sectores próximos a la costa, la cual va desapareciendo progresivamente a medida que se avanza hacia el este, desapareciendo en su totalidad en las laderas de exposición oeste de la Cordillera de la Costa.

2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente informe son

- Establecer y caracterizar el marco biogeográfico en el cual se inserta la vegetación presente en el área de estudio.
- Identificar, delimitar y caracterizar las formaciones vegetacionales que se desarrollan en la actualidad en el área de estudio.
- Identificar, delimitar y caracterizar sitios de singularidad vegetal dentro del área de estudio.
- Caracterizar la flora del área de estudio.
- Identificar y caracterizar las especies consideradas endémicas de la región y del país, y las que presenten problemas de conservación a nivel nacional, regional o local, como así mismo aquellas de importancia ecológica y/o científica para los sectores involucrados en el proyecto.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio para el proyecto corresponde a una superficie de 15 há y 80 há para el sector de vertedero de cenizas y escorias, la cual se localiza al este de Mejillones, sobre las terrazas marinas. Si embargo, con el objeto de caracterizar la vegetación del entorno se procedió a efectuar un recorrido entre la Quebrada de Mejillones y aproximadamente Hornitos, desde el borde costero hasta las laderas de los cerros situados al este de la Ruta 1 (Antofagasta – Tocopilla).

4. METODOLOGÍA

La caracterización de la vegetación en el área de estudio, se ha desarrollado sobre la base de la definición y caracterización de unidades homogéneas de vegetación, realizándose en las siguientes tres etapas.

La primera etapa comprende una revisión bibliográfica de manera de establecer el marco biogeográfico donde se inserta el área de estudio. Para esto se utilizó básicamente la "Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica" (Gajardo 1994) y "Biogeografía de Chile" (Quintanilla, 1983)

Posteriormente, se procedió a delimitar unidades homogéneas de vegetación, para lo cual se efectuó una interpretación de fotografías aéreas escala 1:70.000 SAF-97 (Nº 3120-3121-3123), delimitando cada una de las unidades homogéneas de vegetación según color y granulometría.

Finalmente, se realizó una visita el día 2 de septiembre del 2006, durante la cual se verificaron o rectificaron los límites de las unidades homogéneas de vegetación y se describió la vegetación, mediante la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT), desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS¹), Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Prado (1982).

Estas metodologías, básicamente permiten describir la vegetación a través de variables descriptoras del estado actual de las comunidades vegetales, principalmente en términos de su fisonomía y estructura.

Con el objeto de elaborar el catálogo florístico del área, se realizaron recorridos libres en las diversas áreas afectadas por el proyecto. Durante la cual se tomó nota de las especies presente y cuando presentasen duda se colectó un fragmento para su posterior determinación taxonómica en laboratorio.

Para determinar el estado de conservación de la flora local se utilizó el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF 1989) y el Boletín Nº 47 del Museo de Historia Natural (1999).

5. ANTECEDENTES GENERALES

Los ecosistemas xeromórficos se encuentran condicionados fundamentalmente por la sequedad del ambiente. En estos ecosistemas se distinguen diferentes ecorregiones, las que dependiendo de factores como continentalidad, orografía, suelo, altitud y acción humana desarrollan formas de vida florísticas particulares.

Desde el extremo norte y hasta aproximadamente los 26º latitud sur, la faja costera se caracteriza por su estrechez y discontinuidad, estando fracturada por sectores de acantilados y de playas arenosas y pedregosas. El clima es netamente desértico con precipitaciones muy escasas e irregulares. Estas condiciones orográficas, en conjunto con las rigurosas condiciones climáticas imposibilitan el desarrollo de la vegetación, excepto

¹ Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE

en años climáticamente anormales. Según Quintanilla (1983), esta situación ecológica corresponde a la Ecorregión del Desierto Litoral.

Debido a la influencia marina en la zona costera, la amplitud térmica no es muy marcada. Además, existe un aporte hídrico proveniente de las neblinas costeras (camanchacas), el cual determina en algunos sectores el establecimiento de comunidades vegetales.

De acuerdo con Gajardo (1994), el área de influencia del proyecto, se encuentra en la región ecológica del Desierto, sub-región del Desierto Costero, la cual se presenta en la franja costera cubriendo las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta los 1.500 m de altitud y desde la I Región hasta el norte de la IV. La existencia de vegetación se basa en la acción favorable de la frecuente neblina costera que aporta la humedad necesaria para el desarrollo vegetal.

En esta sub-región es posible encontrar diversas formaciones vegetales, el sitio de emplazamiento del proyecto se encuentra en la Formación del Desierto Costero de Tocopilla (Gajardo, 1994).

La presencia de comunidades vegetales dentro de esta formación, se encuentran restringida a sectores muy localizados como: acantilados y roqueríos cercanos al mar. Las comunidades presentes corresponden a Rumpa de Iquique-Salitre (*Eulychnia iquiquensis-Frankenia chilensis*), Alcaparra-Té de Burro (*Cassia brogniartii-Dinemandra ericoides*), Suspiro (*Nolana sedifolia*) y Brea-Grama Salada (*Tessaria absinthiodes-Distichlis spicata*).

6. RESULTADOS

6.1 Vegetación

6.1.1 Vertedero de cenizas y Terrazas marinas

El área donde se proyecta construir y operar el vertedero de cenizas, corresponde a una amplia terraza marina relativamente nueva, que une los cerros litorales con los cerros de la península de Mejillones.

Esta área corresponde a lo que se ha definido como una zona desértica con vegetación eventual, en la cual existen depresiones o microrelieves y que permiten la canalización de las aguas y sedimentos que provienen del escurrimiento o avenidas torrenciales (aluviones) ocasionados por la lluvias estivales (invierno boliviano), lo cual facilita el establecimiento desarrollo de una escasa vegetación, que en general se circunscribe a los fondos de la depresiones (quebradas) y cuya cobertura no excede el 1%.

Actualmente, en el área de construcción del vertedero, no se detectó la presencia de vegetación ni flora, por lo cual corresponde a una Zona Denuada (Foto 1).



Foto 1
Vista general área sitio instalación vertedero de cenizas.

6.1.2 Laderas exposición oeste Cordillera de la Costa

- Formación de suculenta muy clara (Unidad 1)

Esta formación vegetal, se desarrolla en las laderas medias de la vertiente occidental de los cerros costeros, sobre la cota de los 500 m. y corresponde a una población de *Eulychnia iquiquensis* (rumpa) de cobertura que varía entre 10 a 25% (Figura 1) y su altura puede alcanzar hasta 3 m, con algunos sectores en los cuales la cobertura puede ser inferior a 5% (Foto 2).

En esta formación vegetal no se observan otras especies dominantes o acompañantes, en cuanto a la flora asociada, sólo se observan restos de *Ephedra breana* y otra especie imposible determinar por cuanto existen sólo restos.



Foto 2
Vista general población de *Eulychnia iquiquensis*.

A la fecha de la visita, en esta formación es posible observar que una gran parte de los ejemplares que la conforman se encuentran muertos (suelo) o iniciando el proceso (en pies), ver Foto 3.



Foto 3
Vista general población de *Eulychnia iquiquensis*.

Otra característica notable de esta población, es el fuerte deterioro que presentan los ejemplares de *Eulychnia iquiquensis* (Foto 4), donde no fue posible observar la presencia de individuos juveniles en el área.



Foto 4
Ejemplares de *Eulychnia iquiquensis*.

Eulychnia iquiquensis, corresponde a un cactus columnar arborescente, el cual aprovechando la condensación de la humedad de la neblina (camanchaca), subsiste en este medio árido, el cual se encuentra citada como En Peligro en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y como En Peligro de Extinción en el Boletín N° 47 del Museo de Historia Natural (Belmonte et al. 1999).

- Formación de suculenta muy escasas(Unidades 2 y 3)

Esta formación vegetal, se desarrolla en las laderas medias y alta de exposición oeste de la Cordillera de la Costa entre la Quebrada Mejillones y la localidad de Posada, aproximadamente sobre la cota de los 500 m., la cual corresponde a una población

Eulychnia iquiquensis (rumpa) de cobertura que varía entre 1 a 5% (Figura 1) y su altura puede alcanzar hasta 3 m (Foto 5).



Foto 5
Formación de suculenta muy escasas de *Eulychnia iquiquensis*

- Zona Denudada (Unidad 4)

Este tipo de unidad se caracteriza por no presentar vegetación o si esta se encuentra presente la cobertura es inferior a 1%. En esta área se observaron algunos ejemplares de *Eulychnia iquiquensis*, *Nolana crassulifolia*, *Ephedra breana* y ejemplares muertos de *Copiapoa solaris*.

- Formación de *Copiapoa solaris* (Unidades 5, 6 y 7)

En el piedemont de los cerros situados al este de la Ruta 1 y entre la Quebrada Mejillones (norte) hasta el sur de Chacaye, existía una franja de vegetación (Foto 6), dominada por una especie de cactus, con forma de cojín esférico de *Copiapoa solaris* (Foto 7).



Foto 6
Vista general población *Copiapoa solaris*.



Foto 7
Ejemplares *Copiapoa solaris*.

Sin embargo, es necesario indicar que los ejemplares que conforman esta población se encuentran en su totalidad muertos (Foto 8), no siendo factible durante esta visita encontrar ejemplares vivos y que desde la distancia los individuos presentan una apariencia normal, es decir, que se encuentran vivos y en perfecto estado fitosanitario.



Foto 8
Ejemplar muerto de *Copiapoa solaris*.

Esta especie, se encuentra actualmente citada como **Rara** en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y como **En Peligro de Extinción**, en el Boletín N° 47 del Museo de Historia Natural (Belmonte *et al.*, 1999).

6.2 Flora

Para el área de estudio se detectaron tres especies y restos de otras, las cuales no pudieron ser determinadas dado el estado en el cual se encontraban (rastros). En la Tabla 1, se presenta el listado de la flora detectada en el área de estudio.

Tabla 1
Listado florístico área de estudio (Septiembre, 2006)

Familia	Nombre científico	Nombre vernacular	Tipo biológico	Origen	Estado de conservación
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	Pingo-pingo	Arbusto	Nativa	Fuera de Peligro
Nolanaceae	<i>Nolana crassulifolia</i>	---	Arbusto	Endémica	No definido
Cactaceae	<i>Eulychnia iquiquensis</i>	Rumpa	Suculenta	Endémica	En Peligro

De las tres especies de flora detectadas en el área de estudio, solo *Eulychnia iquiquensis*, se encuentra citada como En peligro a nivel nacional (CONAF, 1989) y como En Peligro de Extinción (Belmonte *et al.* 1998)

7. CONCLUSIONES

- El sitio de construcción del vertedero de cenizas corresponde a una zona denudada, es decir, sin vegetación.
- En las laderas de los cerros costeros se definieron tres unidades cartográficas correspondientes a dos formaciones vegetacionales, las cuales se encuentran dominada por *Eulychnia iquiquensis*. Cactus columnar y que a la fecha se presenta en mal estado fitosanitario, con aproximadamente el 50% de individuos que conforman la población en mal estado, algunos de ellos muerto o iniciando este proceso, aún cuando todavía se encuentran en pies.
- Bajo esta formación existía otra conformada por *Copiapoa solaris*, población que a la fecha de la visita se encuentra en su totalidad muerta, no siendo posible encontrar ejemplares vivos.
- Sólo *Eulychnia iquiquensis* presenta problemas de conservación en el área, pero esta especie no se encuentra en el sitio de instalación del vertedero, por lo tanto, no se verá afectada por las obras civiles.

8. BIBLIOGRAFÍA

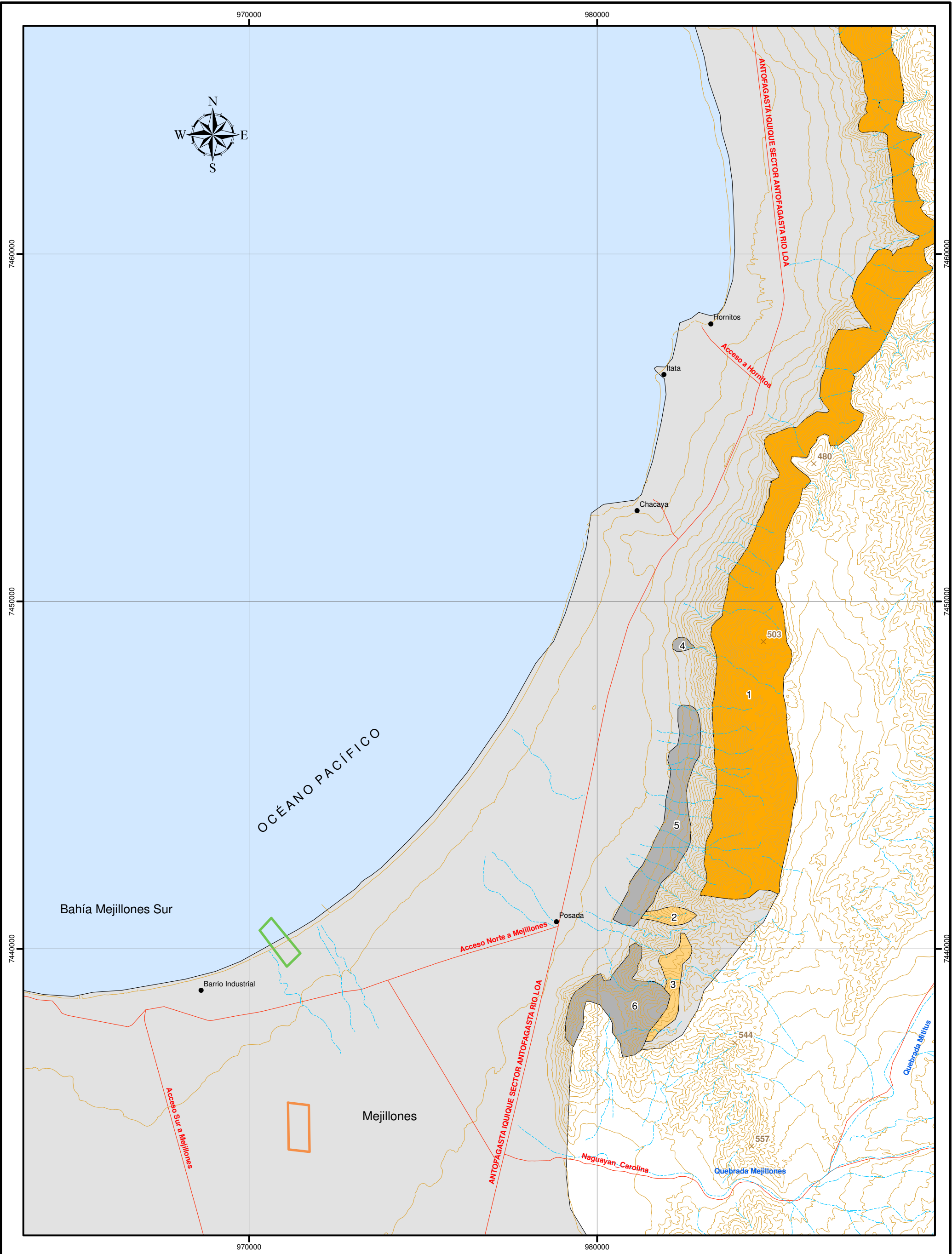
BELMONTE, E., FAÚNDEZ, L., FLORES, J., HOFFMANN, A. MUÑOZ, M. y TEILLER. S. 1998. Categorías de Conservación de Cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47.

CONAF, 1989. I. Benoit, Ed. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal.

ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N° 9. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Ed. Universitaria. Chile, 306 p.

QUINTANILLA, V. Biogeografía. Colección Geografía de Chile. Tomo 3. Instituto Geográfico Militar. 1982. 230 p.



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
<div><div><div><div></div><div>Drenaje</div></div><div><div></div><div>Curvas de Nivel</div></div><div><div></div><div>Cotas</div></div><div><div></div><div>Caminos</div></div><div><div></div><div>Vertedero de Cenizas y Escoria</div></div><div><div></div><div>CTA y Terminal de Descarga</div></div></div><div><div><div>Unidades Vegetacional 2006</div><div><div></div><div>Formación de Suculentas Muy Escasas</div></div><div><div></div><div>Formación de Suculentas Muy Clara</div></div><div><div></div><div>Formación de Copiapo solaris</div></div><div><div></div><div>Zona Denudada</div></div><div><div></div><div>Área Sin Prospeectar</div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div>I REGION</div><div>II REGION</div><div>III REGION</div></div><div><div>MEJILLONES</div></div></div><div><div>ESCALA</div><div>1 : 100.000</div><div><div>0</div><div>0.5</div><div>1</div><div>2</div><div>Km</div></div></div></div><div><div><div>FUENTE CARTOGRÁFICA</div><div>INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM)</div><div>CARTAS TOPOGRÁFICAS 1:50.000</div><div>"CALETA HORNOS", "CERROS NAGUAYAN", "LAGUNA SECA DE ORDÓÑEZ", "MEJILLONES"</div></div><div><div>FUENTE TEMÁTICA</div><div>DATOS OBTENIDOS EN TERRENO</div><div>SEPTIEMBRE 2006</div></div><div><div>DATOS GEODÉSICOS</div><div>ELIPSOIDE DE REFERENCIA</div><div>INTERNACIONAL 1984</div><div>ORIGEN DATUM PROVISORIO</div><div>SUDAMERICANO 1956</div></div><div><div>DATOS CARTOGRÁFICOS</div><div>SISTEMA DE COORDENADAS</div><div>GEODÉSICAS EN PROYECCIÓN</div><div>UTM HUSO 18 SUR</div></div><div><div>DATOS ALTIMÉTRICOS</div><div>NIVEL MEDIO DEL MAR</div></div></div><div><div data-cs="2" data-kind="parent">CENTRAL TÉRMICA ANDINO</div><div data-kind="ghost"></div><div><div>PREPARADO POR</div><div><div></div><div>Jaime Haines y Asociados</div><div>CONSULTORES S.A.</div></div></div><div><div>TEMA</div><div>LÍNEA DE BASE TEMÁTICA</div></div><div><div>PARA</div><div><div></div><div>SUEZ</div><div>ENERGY</div><div>INTERNATIONAL</div></div></div></div><div><div>ESCALA</div><div>INDICADA</div></div><div><div>CONTENIDO</div><div>VEGETACIÓN</div></div><div><div>FECHA</div><div>OCTUBRE DE 2006</div></div><div><div>FIGURA Nº</div><div>FIGURA 1</div></div></div>						

ANEXO 10

FAUNA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
3. ANTECEDENTES GENERALES	1
4. ANFIBIOS	4
5. REPTILES.....	4
5.1 Material, métodos y resultados de los muestreos	4
5.2 Catálogo de reptiles.....	5
5.3 Comunidad de reptiles.....	6
6. AVIFAUNA.....	7
6.1 Material, métodos y resultados de los muestreos	7
6.1.1 Estaciones de escucha y observación	7
6.1.2 Transectos.....	7
6.1.3 Recopilación bibliográfica	8
6.2 Catálogo avifaunístico	9
6.3 Comunidad de aves.....	12
7. MASTOFAUNA.....	13
7.1 Material, métodos y resultados de los muestreos	13
7.1.1 Recorridos de búsqueda de rastros (Rastreos).....	14
7.1.2 Cebos para detección de Carnívoros.....	14
7.2 Catálogo de mamíferos	14
7.3 Comunidad de mamíferos.....	15
8. BIODIVERSIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
9. REPRESENTATIVIDAD DE LA FAUNA	16
10. INTERÉS DE CONSERVACIÓN Y HÁBITATS PARA LA FAUNA.....	17
10.1 Especies de interés de conservación.....	17
10.2 Hábitats para fauna	17
11. CONCLUSIONES	18
12. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA	19

TABLAS

Tabla BIO-1	Coordenadas Vertedero de Cenizas y Escorias
Tabla BIO-2	Reptiles por tipo de ambiente
Tabla BIO-3	Relación de especies de reptiles y su estatus en el área de estudio
Tabla BIO-4	Aves presentes en los distintos biotopos del lugar
Tabla BIO-5	Relación de especies de aves, distribución, origen, y categoría de conservación
Tabla BIO-6	N° de rastros de mamíferos por kilómetro recorrido por biotopo
Tabla BIO-7	Mamíferos presentes en el área del proyecto
Tabla BIO-8	Índices de diversidad de Shannon - Wiener
Tabla BIO-9	Riqueza de vertebrados terrestres detectados mediante los muestreos y porcentaje que supone respecto a la descrita el área de la península de Mejillones
Tabla BIO-10	Clases de vertebrados con problemas de conservación

APÉNDICES

Apéndice 1	Especies Potenciales para el Área de la Península y Bahía de Mejillones
Apéndice 2	Fotografías de Terreno

ANEXO 10

FAUNA

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento del patrimonio natural constituye uno de los pilares fundamentales de la moderna gestión ambiental de un territorio. El estudio que aquí se expone tiene como objeto la catalogación de la fauna de vertebrados terrestres, así como aportar con información sobre las relaciones entre éstos y el medio: dónde se distribuyen, abundancias, densidades, biodiversidad, grado de ocupación de ambientes y estado de conservación de sus poblaciones animales. En definitiva, se trata de profundizar en la realidad biológica de un espacio que se ha decidido intervenir para lo que se requiere conocer de forma integrada los recursos naturales que ofrece.

La metodología y los resultados de los muestreos se han segregado por clase animal (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos). Para el análisis de los datos se seleccionó una serie de puntos de muestreo representativos de cada hábitat. El elenco total de especies se encuentra en los respectivos catálogos de cada clase animal, en los que se incorpora información sobre sus distribuciones, origen y estados de conservación. Además se entregan antecedentes sobre la biología de algunas especies amenazadas y una evaluación del área del proyecto como hábitat para la fauna.

2. OBJETIVOS

- a. Elaboración de un catálogo de las especies de vertebrados terrestres presentes en los distintos biotopos de la zona.
- b. Caracterización de las diferentes comunidades vertebradas presentes por medio de los siguientes descriptores: riqueza, abundancia, diversidad, distribución y estado de conservación.
- c. Valoración del área de estudio como hábitat para la fauna.

3. ANTECEDENTES GENERALES

El área de estudio se circunscribe al área industrial de la comuna de Mejillones y a la zona de influencia de las emisiones de los gases producto de la operación del proyecto. Además se incorpora información sobre el área del vertedero.

El proyecto consiste en una Central Termoeléctrica y Terminal de descarga de Diesel, en la zona industrial de la localidad de Mejillones, comuna de Mejillones, provincia de Antofagasta, II Región (coordenadas aproximadas UTM PSAD56: 7.446.250 N, 355.500 E) y un sector de 80 hectáreas destinado a la instalación de un vertedero, fuera del área regulada por el Plan Regulador Intercomunal de la Bahía de Mejillones, y contiguo (al sur) al vertedero de cenizas y escorias de Edelnor S.A., ver Figura 1.

Las coordenadas que identifican el sector del vertedero de cenizas y escorias son las que se señalan en la siguiente Tabla:

Tabla BIO-1
Coordenadas Vertedero de Cenizas y Escorias

Vértice	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
A	356.396	7.442.315
B	356.992	7.442.270
C	357.069	7.440.929
D	356.470	7.440.972

La Región de Antofagasta (II Región), es una de las más secas del país y del mundo, se caracteriza por presentar una alta radiación solar y concentración salina del suelo, además de contrastantes diferencias climáticas y geográficas entre el sector costero y el interior debido a la influencia marina y al efecto de la neblina (camanchaca).

En la Franja costera de la II Región predomina un clima desértico con nubosidad abundante, donde se hace sentir una fuerte influencia del Anticiclón del Pacífico con predominio de los vientos del Sur-oeste, generando una gran estabilidad atmosférica que, por subsidencia, inhibe las precipitaciones.

El sitio de emplazamiento del proyecto se encuentra en la Formación del Desierto Costero de Tocopilla, que se extiende desde el norte de Iquique (19°30' Lat. S) hasta el sur de Antofagasta (24° Lat. S) (Gajardo, 1994). Esta sub-región se presenta en la franja costera cubriendo las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta los 1.500 m de altitud. La existencia de vegetación se basa en la acción favorable de la frecuente neblina costera que aporta la humedad necesaria para el desarrollo de formaciones vegetales, ver Fotografía 1 en Apéndice 2.

La presencia de comunidades vegetales, se encuentran restringida a sectores muy localizados como: acantilados y roqueríos cercanos al mar. Las comunidades presentes corresponden a Rumpa de Iquique-Salitre (*Eulychnia iquiquensis-Frankenia chilensis*), Alcaparra-Té de Burro (*Cassia brogniartii-Dinemandra ericoides*), Suspiro (*Nolana sedifolia*) y Brea-Grama Salada (*Tessaria absinthiodes-Distichlis spicata*).

Según los antecedentes bibliográficos disponibles (Araya B. y G. Millie, 1995; Campos, H., 1995; Quintanilla, 1992; Rottmann y Lopez-Callejas, 1992; Veloso y Navarro, 1988; Miller S. y J. Rottmann, 1975; Portflitt, 1994; Guerra-Correa, 2003; Victoriano, 2003), en la zona costera de la II Región sería posible encontrar a lo menos 161 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 139 especies corresponden a aves, 12 especies corresponden a mamíferos y 10 especies corresponden a reptiles.

Estas especies se encontrarían en distintas épocas del año y ocupando diversos ambientes, incluidos los costeros y marinos, las quebradas con vegetación y cursos temporales de agua, y aquellos sectores más alejados del interior, ver lista de especies descritas para la zona en Apéndice 1.

De estas especies, y según la Ley de Caza N° 19.473 del Ministerio de Agricultura (DEPROREN, 1998), 37 se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación.

Como especies En Peligro para la zona norte figuran 4 especies, las que corresponden al Gaviotín chico (*Sterna lorata*), la Bandurria (*Theresticus melanopis*), el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el Chungungo (*Lontra felina*).

Como especies Vulnerables para la zona norte figuran: La culebra de cola corta (*Tachymenis* sp.), la Salamancheja del norte grande (*Phylodactylus gerrhopygus*), la Fardela blanca de Juan Fernández (*Pterodroma externa*), la Fardela blanca de Más tierra (*Pterodroma cooki*), la Fardela negra de Juan Fernández (*Pterodroma neglecta*), el Yunco (*Pelecaniodes garnotii*), el Guanay (*Phalacrocorax bouganvillii*), el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilenis*), el Cóndor (*Vultur gryphus*), el Águila pescadora (*Pandion haliaetus*), el Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la Gaviota garuma (*Larus modestus*), la Gaviota andina (*Larus serranus*), el Gaviotín monja (*Larosterna inca*) el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) y el Elefante marino del sur (*Mirounga leonina*).

Siete especies son consideradas Raras para la zona norte: La culebra de cola larga, (*Philodryas* sp.), la Salamancheja del norte chico (*Homonota gaudichaudii*), la Lagartija de Helmich (*Liolaemus hellmichi*), la Garza cuca (*Ardea cocoi*), el corredor (*Microlophus theresioides*), la yaca (*Thylamys elegans*), el piuchén (*Desmodus rotundus*) y el Lobo fino austral (*Arctocephalus australis*).

Finalmente, como especies Inadecuadamente conocidas para la zona norte figura el reptil *Microlophus quadrivittatus*, la Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), la Golondrina de mar negra (*Oceanites markhami*), la Golondrina de mar de collar (*Oceanodroma hornbyi*), el Piquero (*Sula variegata*), el Cormorán lile (*Phalacrocorax gaimardi*), el Zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) y el Zorro gris (*Pseudalopex griseus*).

El medio marino se caracteriza por las bajas temperaturas del agua, rico en oxígeno, expuesto a una intensa radiación solar y abundante plancton, del cual dependen, directa o indirectamente, densas comunidades de peces, aves y mamíferos marinos.

De una u otra forma, casi toda la fauna que ocupa el desierto costero se encuentra ligada a la faja costera. La variada y abundante fauna litoral, con especies en precario estado de conservación y endemismo, son elementos que caracterizan la zona circundante a la Bahía de Mejillones, y la convierten en un enclave considerado por los expertos de la Región como de gran importancia biológica, presentando la mayor diversidad del tramo costero comprendido entre Arica y Chañaral (1.300 km).

La Península de Mejillones se encuentra calificada por CONAF (1996) como “Sitio de Prioridad I” para la conservación de la diversidad biológica. Esta calificación se fundamenta en la presencia de abundante nidificación de aves marinas y presencia de lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), además del endemismo de flora escasamente representada en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Por otra parte, el Banco Mundial incluye a la Península de Mejillones en su documento “Critical Natural Habitats in Latin America and the Caribbean” (Ledec, et al., 1997) fundamentando que esta zona es quizás el área más importante de arribo de aves marinas migratorias de todo el litoral norte de Chile, que es un área de alimentación para la gaviota garuma (*Larus modestus*) y mamíferos marinos, además de albergar los más importantes núcleos reproductivos de las especies marino-costeras (Guerra-Correa, 2003).

Dentro de las especies con problemas de conservación, una que adquiere especial importancia es el Gaviotín chico (*Sterna lorata*) ya que una de las pocas colonias de nidificación conocidas en el mundo, se encuentra en el área industrial de la bahía de Mejillones.

- **Biotopos considerados en los análisis**

Para la correcta caracterización de las comunidades faunísticas y la planificación del estudio, los muestreos se han dividido en dos biocenosis que fundamentalmente se encuentran condicionadas por el grado de humedad.

Franja costera: incluye al litoral rocoso y arenoso, hasta una distancia al interior de 20 m, desde el límite de la marea alta.

Zonas desérticas. Corresponde a aquella área entre la franja costera y las cotas máximas de la cordillera de la costa.

- **Campaña de terreno**

La presente prospección de fauna fue realizada durante los días 14 y 15 de Septiembre del 2006.

Para caracterizar la fauna presente en el área, se realizó una serie de puntos de muestreo tanto en la franja costera como en las zonas desérticas.

4. ANFIBIOS

Según los antecedentes bibliográficos, no existen anfibios descritos para la zona costera de la II región. Las especies presentes se limitan a los cursos de agua de la región altoandina, donde es posible encontrar representantes del género *Telmatobius*, *Pleurodema* y *Bufo* (Veloso y Navarro 1988, Ceí, 1962, Díaz 1984).

El anfibio descrito más cercano al área de estudio es *Bufo atacamensis* cuyas poblaciones más septentrionales se encontrarían cerca de Paposo a más de 200 km al sur de Antofagasta (Ceí, 1962).

La inexistencia cursos de agua impidió el muestreo para este grupo animal.

5. REPTILES

5.1 Material, métodos y resultados de los muestreos

El principal método de muestreo de reptiles ha sido el de los transectos con rastreo activo de ejemplares (Sutherland, 1996). Para ello se realizaron varios transectos que cubrieron de manera representativa los distintos ambientes del área de estudio.

Estos transectos fueron realizados a pie por un observador a baja velocidad y en condiciones ambientales propicias (día cálido y soleado).

A lo largo del transecto se efectuó un rastreo de reptiles, identificando todos los ejemplares activos, mediante distintos procedimientos (visual, captura manual, lazos corredizos) para confirmar su identidad.

Se detectó la presencia de 2 especies de reptiles pertenecientes a la familia Tropiduridae los que se encuentran segregados por tipo de ambiente. Ninguna de las especies fue detectada en el área de emplazamiento del proyecto.

El análisis del área del vertedero no registró especies.

En la tabla BIO-2 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla BIO-2
Reptiles por tipo de ambiente

Especie	Nombre Común	Ambiente		Área de impacto
		Franja costera	Desierto	
<i>Familia Tropiduridae</i>				
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	X		Indirecta
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Tereza		X	Indirecta

5.2 Catálogo de reptiles

En el cuadro siguiente (Tabla BIO-3) se indica la relación de especies de reptiles presentes en el área de estudio, obtenida de los muestreos en terreno. Se indica el nombre vulgar y científico y su categoría de conservación a partir de del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país.

Tabla BIO-3
Relación de especies de reptiles y su estatus en el área de estudio

Especie	Nombre Común	Distribución	Origen	Estado Conservación (*)
CLASE REPTILES				
ORDEN SAURIA				
Familia Tropiduridae				
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	I-II	Nativo	I, S, E
<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Tereza	I-II	Nativo	R, S, E

(*) Estado de conservación para la zona Norte (I, II y III regiones) según el Reglamento de La Ley de Caza 19.473.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción. **V:** especie catalogada en estado de conservación Vulnerable. **R:** especie catalogada como Rara. **I:** especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida. **F:** especie catalogada como Fuera de Peligro. **B:** especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria. **S:** especie catalogada con densidades poblacionales reducidas. **E:** especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

5.3 Comunidad de reptiles

Dos especies de reptiles con problemas de conservación de la subfamilia Tropidurinae fueron detectados en el área de estudio sin embargo ninguno de ellos se encontró en el área de emplazamiento del proyecto, el Corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*) y el Corredor de Tereza (*Microlophus theresioides*).

En esta subfamilia, el estatus taxonómico de sus especies aún es incierto, dado que no se ha dilucidado la taxonomía del grupo, donde los límites entre taxa específicos están poco resueltos.

Microlophus atacamensis y *Microlophus quadrivittatus* son dos especies de lagartijas que viven en el intermareal rocoso del norte de Chile y sur del Perú cuyo estatus taxonómico ha sido controversial. Por ejemplo, Ortiz (1980) sugirió a partir de un estudio morfológico para poblaciones de la costa chileno-peruana, que *Microlophus atacamensis* se distribuye desde Tres Playitas (III Región), hasta las cercanías del río Loa (II Región), y que *M. quadrivittatus* se distribuye desde el río Loa hasta Islay en Perú. Sin embargo, estudios cariotípicos realizados por Northland et al. (1987) y osteológicos realizados por Vidal y Ortiz, 2004, señalan que no hay diferencias entre ambos taxa, correspondiendo a una única especie a lo largo del litoral chileno-peruano. Esto se refuerza con los resultados de los estudios sobre reproducción realizados por Goldberg & Rodríguez (1986), quienes señalan que no existe aislamiento reproductivo entre ambas y que podría tratarse de diferentes poblaciones de una misma especie. Probablemente por esta razón, los caracteres osteológicos propuestos por Frost (1992) para la subfamilia Tropidurinae no permitieron definir los taxa terminales, por lo que ambas especies quedaron en un clado no resuelto, bajo la designación de "*m. atacamensis*".

De la misma manera, para el desierto interior, se ha propuesto la existencia de al menos tres especies en la I-II Región: una remitida a la quebrada de Mamiña, con cariotipos que difieren de las poblaciones aledañas (*M. maminensis*) (Northland et al. 1987), una segunda especie (*M. theresioides*), con localidad tipo en el oasis de Pica, y una tercera especie, *M. tarapacensis*, descrita para el desierto de Tarapacá y Antofagasta (Donoso-Barros, 1966; Veloso y Navarro, 1988).

Sin embargo, existe confusión respecto a la delimitación de las especies que habitan en el interior. Por ejemplo, aún no ha sido aclarada la situación taxonómica de las poblaciones que existen en las serranías costeras, pero que no habitan el intermareal.

Victoriano et al. (2003), proponen una nueva clasificación a partir de caracteres genéticos isoenzimáticos, donde reconocen la existencia de tres especies efectivas: *M. quadrivittatus* que se distribuiría desde Islay en Perú, hasta Antofagasta por el sur; *M. atacamensis* que se extendería desde el sur de Antofagasta hasta Tres Playitas (Huasco) y *M. theresioides* que se distribuiría en el desierto interior de Chile, abarcando las localidades de Pica, Huayca y Mamiña, y probablemente se extienda hasta el rango costero del desierto chileno.

Guardando los debidos reparos por la controvertida clasificación taxonómica que presenta actualmente este grupo de reptiles, en los resultados incluidos en el presente estudio, a las poblaciones de las zonas desérticas y serranías costeras, no pertenecientes a la franja del intermareal, se les asignó como *M. theresioides* basados en la información aportada

por Nuñez y Jaksic, 1992, en que colocan como sinonimia a las especies *maminensis*, *tarapacensis* y *theresioides*.

En relación con los resultados del presente estudio, *T. quadrivittatus* fue la especie más abundante ya que fue frecuente en los roqueríos litorales. *M. theresioides* es más escaso y sólo dos individuos se observaron durante los recorridos por las zonas alejadas de la costa (Esfuerzo de muestreo: una jornada-hombre).

No se ha detectado ninguna especie de reptil exclusiva o propia del área de estudio, las que por el contrario presentan amplias distribuciones en la región.

6. AVIFAUNA

6.1 Material, métodos y resultados de los muestreos

Para tratar de cubrir una muestra representativa de la riqueza aviar del área de estudio, en el protocolo de trabajo ha sido necesario intercalar distintas metodologías de censo para establecer un catálogo lo más exhaustivo posible de las aves. Se han empleado estaciones de escucha, transectos de ancho fijo y revisión bibliográfica. A continuación, repasamos las características y detalles de las principales metodologías usadas:

6.1.1 Estaciones de escucha y observación

Las estaciones de escucha y observación han sido la principal fuente de información generalista referente a aves. Para ello se han establecido 19 estaciones repartidas entre los distintos biotopos. En este caso el observador selecciona un punto en el ambiente a muestrear en el que durante 5 minutos anota todas las aves detectadas de manera visual o auditiva dentro de un radio de ancho fijo. Se utilizó un ancho fijo de 300 metros para lo cual se utilizaron binoculares 10 x 50, ver resultados en Tabla BIO-4. Esta metodología fue utilizada básicamente para la detección del Gaviotín chico, especie en peligro de extinción y de especial importancia para la zona.

6.1.2 Transectos

Se utilizó el Método de Transecto de Ancho Fijo (Bibby et al 1992): Consiste en el trazado de una línea imaginaria de 200 m, con un ancho fijo de 50 m a cada lado del transecto. Durante el recorrido, se van registrando las especies y número de individuos. Se realizaron 8 transectos los que abarcaron los dos biotopos analizados.

A continuación se presentan los resultados de aves presentes por ambiente

Tabla BIO-4
Aves presentes en los distintos biotopos del lugar

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta		
		Franja Litoral (2 hectáreas analizadas)	Desierto (14,2 hectáreas analizadas)	Vertedero (80 hectáreas analizadas)
ORDEN SPHENISCIFORMES				
Familia Spheniscidae				
Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	5		
ORDEN PELECANIFORMES				
Familia Sulidae				
Sula variegata	Piquero	150		
Familia Pelecanidae				
Pelecanus thungus	Pelícano	40		
Familia Phalacrocoracidae				
Phalacrocorax olivaceus	Yeco	200		
Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	300		
Familia Cathartidae				
Cathartes aura	Jote de cabeza roja	20	3	5
Familia falconidae				
Polyborus plancus	Traro	1		
Familia Haematopodidae				
Haematopus palliatus	Pilpilén	4		
Haematopus ater	Pilpilén negro	1		
Familia Scolopacidae				
Numenius phaeopus	Zarapito	1		
Calidris alba	Playero blanco	36		
Arenaria interpres	Playero vuelvepedras	5		
Familia Laridae				
Larus modestus	Gaviota garuma	120		
Larus belcheri	Gaviota peruana	4		
Larus dominicanus	Gaviota ominicana	2		
Sterna lorata	Gaviotín chico	5	9	
ORDEN PASSERIFORMES				
Familia Tyrannidae				
Muscisaxicola maculirostris	Dormilona chica	3		

6.1.3 Recopilación bibliográfica

Como metodología complementaria se han revisado distintas fuentes documentales que han servido para chequear y comparar, en su caso, el catálogo de aves obtenido de la combinación de las distintas técnicas de muestreo. Araya y Millie (1988), Goodall, et al. (1946), Rottmann (1995), Martínez y González (2004), Guerra-Correa (2003). Ver Apéndice 1.

6.2 Catálogo avifaunístico

En el cuadro siguiente (tabla BIO-5) se indica la relación de especies de aves presentes en el área de estudio. Se indica el nombre vulgar y científico y su categoría de conservación a partir de del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país.

Tabla BIO-5
Relación de especies de aves, distribución, origen, y categoría de conservación

CLASE AVES				
Especie	Nombre común	Distribución	Origen	Estado Conservación
ORDEN SPHENISCIFORMES				
Familia Spheniscidae				
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	I-X	Nativa	P
ORDEN PELECANIFORMES				
Familia Sulidae				
<i>Sula variegata</i>	Piquero	I-X	Nativa	I, B, E
Familia Pelecanidae				
<i>Pelecanus thungus</i>	Pelicano	I-X	Nativa	B, E
Familia Phalacrocoracidae				
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Yeco	I-XII	Nativa	--
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	I-X	Nativa	V, B
ORDEN FALCONIFORMES				
Familia Cathartidae				
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	I-XII	Nativa	B
Familia falconidae				
<i>Polyborus plancus</i>	Traro	I-XII	Nativa	--
ORDEN CHARADRIIFORMES				
Familis Haematopodidae				
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	I-X	Nativa	E
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	I-XII	Nativa	S, E
Familia Scolopacidae				
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	I-XII	Nativa	B
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	I-XII	Nativa	B
<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	I-X	Nativa	B, S
Familia Laridae				
<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	I-X	Nativa	V, S
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	I-IV	Nativa	S
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	I-XII	Nativa	E
<i>Sterna lorata</i>	Gaviotín chico	I-II	Nativa	P, S
ORDEN PASSERIFORMES				
Familia Tyrannidae				
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	I-XII	Nativa	B, E

(*) Estado de conservación para la zona Norte (I, II y III regiones) según el Reglamento de La Ley de Caza 19.473.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción. **V:** especie catalogada en estado de conservación Vulnerable. **R:** especie catalogada como Rara. **I:** especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida. **F:** especie catalogada como Fuera de Peligro. **B:** especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria. **S:** especie catalogada con densidades poblacionales reducidas. **E:** especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Dentro de las especies de aves con problemas de conservación detectadas en el área de estudio se encuentran las siguientes especies:

Spheniscus humboldti (Pingüino de Humboldt): Habita en la zona costera entre Arica y Corral, hay registros en la isla Robinson Crusoe (Arch. de Juan Fernández). Cabeza y cuello posterior negro. Cuello anterior blanco. Línea blanca que sube desde el cuello por detrás de la zona auricular y sobre el ojo hasta a frente sin encontrarse sobre el pico. Pico aplanado verticalmente con zona basal rosada y ojo rodeado de rosado. U negra invertida sobre el pecho blanco. Largo: 67 - 72 cms.

Sula variegata (Piquero): Se distribuye entre Arica y Chiloé. Largo: 70 - 75 cms. Cabeza, cuello y manto de color blanco. Partes inferiores blancas. Alas, lomo y cola pardas, oscuras, moteadas con algo de blanco. Patas gris azulado. Pico azul púrpura con extremidad córnea y en la base siguiendo la línea de la cabeza y cuello. Esta ave tiene su centro en las islas guaneras del Perú, emigrando hacia el sur en Marzo o Abril, para volver en los meses de Septiembre y Octubre. Sin embargo, algunos grupos se quedan para anidar en la costa o islas costeras de la zona central. Si bien de lejos pudiera ser similar a una gaviota, se distingue fácilmente por su aleteo bastante rápido y su forma de pescar, entrecerrando las alas y cayendo al mar en un clavado casi vertical desde una altura considerable. Aunque puede pescar solo o en grupos de 2 ó 3 ejemplares, también es frecuente verlo en bandadas de 20 ó 30, realizando todos dicha maniobra en forma conjunta. Exclusivamente marino, depende en gran medida de la anchoveta, pez que necesita de las aguas frías de la corriente de Humboldt. Anida en acantilados y grietas de rocas. El nido es muy sencillo, con unos pocos huiros o algas, o a veces sin nada. Normalmente se encuentran 3 huevos similares a los de los cormoranes, pero un poco más grandes, con medidas promedio de 61 por 42 mm. Rara vez se encuentran 2 ó 4. Ambos padres incuban los huevos y la cría se alimenta de peces semi digeridos metiendo su pico en la garganta del adulto. Junto con el cormorán es una de las principales aves guaneras. Mayores antecedentes en Apéndice 2.

Phalacrocorax bougainvillii (Guanay): Se distribuye entre Arica y Corral siendo escaso más al sur. Largo: 68 cms. Cabeza, cuello y dorso de color negro con brillo verdoso (arriba) a azulado (abajo). Flancos y parte externa de los calzones negros. Garganta, base del cuello, pecho y abdomen blancos. Zona desnuda roja alrededor del ojo. Alas negras. Pico córneo con base rojiza. Patas rosadas. Ave típica de la corriente de Humboldt, tiene su centro de distribución en las islas frente a la costa de la zona central de Perú, en donde anida por miles. Su guano, depositado en grandes cantidades en dichas islas es un excelente abono; y económicamente, le produce a Perú una gran entrada de divisas. Terminada la época de crianza, emigra mayoritariamente hacia el sur, y en menor cantidad hacia el norte, manteniéndose siempre dentro de la corriente, la cual le proporciona su alimento preferido en abundancia, la Anchoveta. Por tal motivo, el Guanay, suele verse mayoritariamente en las costas chilenas entre los meses de Marzo a Diciembre. Sin embargo, algunos Guanayes nidifican en territorio chileno, como es el caso de los encontrados en la "Isla Muerta" al norte de Isla Mocha en donde es llamado Cholo, y en "Isla Pupuya" frente a Colchagua. Para anidar prefiere las superficies planas expuestas al viento, llegando a haber hasta 3 nidos por metro cuadrado en las colonias de mayor densidad, y colocando 2, y a veces 3 huevos blancos y calcáreos, idénticos a los de otras especies de cormoranes. Tamaño de 63 x 40 mm. app.

Larus modestus (Gaviota garuma): Se distribuye desde Arica hasta Corral. Ocasionalmente hasta el Golfo de Penas. Habita en playas y desierto nortino. Largo: 43 - 44 cms. Cabeza blanquecina en verano; y pardusca en invierno. Cuerpo gris, más oscuro en las partes superiores. Primarias negruzcas; secundarias negruzcas con punta blanca formando una línea terminal. Cola gris con banda subterminal negruzca. Patas negras. Pico negro. De color gris laucha y alas negras, la Gaviota garuma se distingue con facilidad de las demás gaviotas. Vive normalmente en las playas arenosas, ya que su alimento preferido es el pequeño crustáceo conocido como "pulgón de mar". En cualquier época del año se pueden observar corriendo por la arena de las playas, siguiendo a la ola que se aleja en busca de los pulgones delatados por las burbujitas de aire que aparecen en la arena. Aprovechan las dunas interiores o los roqueríos de islotes para descansar. Una característica de esta especie es el color blanco en la punta de las secundarias, formando una línea nítida que se ve con mayor claridad durante el vuelo. Anida en pleno desierto de la zona norte, entre Tarapacá y Atacama, y hasta unos 100 kms. (60 mi.) hacia el interior. Suaves excavaciones redondeadas, y generalmente al lado de una piedra, constituyen los nidos de las Garumas, en donde colocan los huevos de color de fondo variable entre blanco levemente grisáceo a salmón pálido, con algunas pintas en diferentes tonos de castaño. Tamaños de 58 x 41 mm. app. Mayores antecedentes en Apéndice 2.

Sterna lorata (Gaviotín chico): El gaviotín chico tiene hábitos costeros, nidificando en dunas, desiertos pedregosos estériles o planicies rocosas del litoral, internándose hasta 1000m hacia el continente. Nidifica de forma semicolonial o en solitario (del Hoyo *et al.* 1996). Según Vilina (1998) en Chile su reproducción ocurriría entre los meses de Agosto y Enero siendo la máxima actividad en el mes de Noviembre. Aunque pueden poner dos huevos los que incuban durante 22 a 23 días, ocurre una elevada pérdida durante el período de incubación y solo una cría por nidada suele sobrevivir (del Hoyo *et al.* 1996). Durante los años con El Niño pueden no reproducirse. Se alimenta principalmente de pequeños peces, especialmente la anchoveta (*Engraulis ringens*) siendo un pequeño crustáceo del género Euphausia, el 10% de su dieta. Entre sus predadores, se ha mencionado al Halcón peregrino, (*Falco peregrinus*), al Traro, (*Polyborus plancus*), el Zorro, (*Pseudalopex sp*) y el Chinge, (*Conepatus rex*) (del Hoyo *et al.* 1996, Vilina 1998).

El Gaviotín chico, *Sterna lorata*, es un ave endémica de la Corriente de Humboldt, que se distribuye desde el Golfo de Guayaquil, Ecuador hasta las costas de Antofagasta, Chile (Murphy 1936). Esta especie sería residente de las costas de Perú y norte de Chile, en tanto en Ecuador sólo sería un visitante durante la estación de reposo reproductivo (Harrison 1985, del Hoyo *et al.* 1996).

Históricamente se describe su reproducción en las costas de Arica e Iquique (Goodall *et al.*, 1951) y más recientemente, González (1990) y Rottmann & González (1991) describen la existencia de adultos con polluelos en las dunas próximas a la playa de la Rinconada. Guerra (2001, 2003) aporta registros antiguos en el sector de Pampa Mejillones, al Sureste de la ciudad homónima y en Isla Santa María. Sin embargo actualmente se reconocen solo 3-4 sitios de nidificación en Perú y tres en Chile. En Nuestro país los principales sitios de nidificación se encontrarían en la meseta costera al noreste de la Bahía de Mejillones (Vilina, 1998), en la meseta que se encuentra al norte del poblado de Hornitos (Vilina, 1998).y en punta Yayas (Guerra 2001). En conjunto estos tres sitios albergarían la mayor concentración de aves reproductivas en todo su rango de distribución (incluyendo Perú que tiene unas pocas colonias de 10 a 20 parejas). Se estima que unas 400 parejas están anidando en el país.

Aunque para Chile no existen estimaciones, los ornitólogos coinciden en establecer que es una especie poco abundante. Se considera la disminución de los stocks de anchoveta (*Eugraulis sp.*) como una de las causas de disminución de las poblaciones, sin embargo, la principal amenaza es la destrucción de su hábitat de nidificación, alterado por la construcción de obras urbanas e industriales en el borde costero (Schlatter 1984) o por vehículos todo terreno.

El tamaño poblacional fue estimado en más de 5000 parejas para todo su rango de distribución del Hoyo *et al.* (1996). En la actualidad drásticamente reducido, estimándose en un número entre 1000 a 2500 individuos (UICN, 2006).

En Chile, se le considera como una especie en peligro de extinción (Glade 1993, SAG 1998). Al año 2004 la UICN la consideró una especie casi amenazada (NT). Sin embargo, al 2005 una evaluación realizada por BirdLife International para UICN considera a esta especie En Peligro (Clasificación: Categoría: En Peligro EN A2c; B2 ab (iii); C1)

Se estima una reducción poblacional de más del 70% en los últimos 10 años. Una de las pocas colonias sobrevivientes (3 en total en Chile) cerca de la Península de Mejillones habría sido, recientemente, severamente afectada. Además, ese mismo lugar es considerado por el Plano Regulador Comunal de Mejillones como Zona Industrial. En Perú, aparentemente la especie lidiaría con similares amenazas.

6.3 Comunidad de aves

A pesar del bajo número, las aves son el grupo de vertebrados que muestra una mayor riqueza y diversidad en la zona. Así, el catálogo de aves consta de 17 especies que incluyen 1 Sphenisciforme, 4 Pelecaniformes, 2 Falconiformes, 9 Charadriiformes y 1 Passeriforme.

La avifauna del biotopo Franja costera es el más diverso representado por especies asociadas a la Corriente de Humboldt, es así como este ambiente cuenta con 16 de las 17 especies detectadas en los muestreos. El biotopo desierto cuenta con tan solo dos especies, el Jote de cabeza roja (*Cathartes aura*) y el Gaviotín chico (*Sterna lorata*) mientras que el área del vertedero solo registró la presencia de la especie *Cathartes aura*.

Dentro de las especies con problemas de conservación, el Gaviotín chico en este caso es el más relevante debido a su endemismo, reducida población y a que sus áreas de nidificación se superponen a las incorporadas en el plan regulador intercomunal como zona industrial. Es por esto que se realizó una exhaustiva revisión tanto bibliográfica como en terreno de manera de confirmar o descartar la zona en la cual se instalará el futuro vertedero de cenizas y escorias de EDELNOR como área de nidificación del Gaviotín chico.

El recorrido de las 80 hectáreas destinadas al vertedero no arrojó evidencia directa o indirecta de la presencia actual o pasada del Gaviotín chico. La metodología utilizada consistió en puntos de observación y escucha cada 100 m en todo el perímetro del área y revisión del suelo para identificación de restos óseos, plumas, huevos abandonados, etc. La visión con binoculares permitió una observación de hasta 300 metros fuera del área del vertedero sin registrarse la presencia de aves excepto *Cathartes aura*. La misma metodología fue utilizada para las áreas en las que está documentada la nidificación del

Gaviotín, en este caso la meseta que se encuentra al norte de la ciudad de Mejillones. La prospección de esta área sí evidenció la presencia del Gaviotín en tres puntos distintos, todos dentro del área de nidificación conocida. Se observó aves posadas, con peces en el pico, despliegues aéreos y vocales, lo que se puede considerar como evidencia de reproducción (Vilina, 2003).

Según los antecedentes aportados por Vilina, 2003, producto de los monitoreos realizados para esta especie, el Gaviotín chico es bastante fiel a sus sitios de nidificación utilizando la misma zona para procrear año tras año.

El área del vertedero se encuentra a 3,3 km del límite del área más cercana de nidificación registrado y a 4,4 km de la Franja costera. Los antecedentes recopilados indican que esta especie ingresaría hasta 1000 metros desde el borde marino para ubicar sus nidos por lo que la ubicación del vertedero estaría a distancia segura desde este punto de vista.

Otro antecedente aportado producto de los monitoreos realizados a la especie (Vilina, 2003) indican que ningún Gaviotín ha sido visto en la zona de las líneas de alta tensión (zona del vertedero) y se hace mención a que pueden ser una barrera física para estas aves. En definitiva puede ser así o puede que estas aves normalmente no se alejen grandes distancias desde el borde costero lo cual no ha sido evaluado satisfactoriamente.

El análisis de la distribución geográfica indica que todas las especies de aves registradas en la zona, tienen una amplia distribución geográfica en Chile salvo el Gaviotín chico (*Sterna lorata*) especie endémica de la primera y segunda región.

Al observar la distribución de las especies en los distintos biotopos, vemos como las especies se segregan de acuerdo al nicho que utilizan dentro del ecosistema. En este caso existe una clara segregación por hábitat siendo la franja costera la que alberga la gran mayoría de las especies. Estudios previos en la zona desértica del área de estudio han determinado la presencia de tan solo 3 especies de aves, el Jote de cabeza roja (*Cathartes aura*), registrado también en el estudio actual, el Aguilucho (*Buteo polyosoma*) y el Minero chico (*Geositta maritima*), lo que refleja la reducida ornitofauna asociada a este tipo de ambientes.

7. MASTOFAUNA

7.1 Material, métodos y resultados de los muestreos

Para el inventario de la mastofauna se han diferenciado dos metodologías de muestreo de acuerdo a sus características ecológicas.

7.1.1 Recorridos de búsqueda de rastros (Rastreos)

Uno de los métodos más eficaces para detectar mesomamíferos ha sido el de los recorridos de búsqueda activa de rastros. En la aplicación de esta metodología se han seleccionado una serie de recorridos (en su mayoría coincidentes con los realizados para censar otros grupos de vertebrados), que por las características de hábitat y sustrato (arena, barro) fueran adecuados para localizar rastros (básicamente huellas, excrementos, egagrópilas, etc). Estos recorridos se han realizado a pie, a baja velocidad (2-3 kilómetros por hora). En ellos, el observador anota los indicios de mamíferos encontrados en un radio de dos metros en torno a la línea de progresión.

De los rastreos se ha obtenido un índice de abundancia a partir de la relación entre el número de rastros encontrados y la longitud recorrida (IKA, nº rastros por km recorrido) datos que se presentan en la tabla BIO-6.

Tabla BIO-6
N° de rastros de mamíferos por kilómetro recorrido por biotopo

Especie	Nombre común	IKA	Franja costera	Desierto	Vertedero
<i>Pseudelopex sp</i>	Zorro	1.25	X		
<i>Canis domesticus</i>	Perro	3.1			X
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo común	3.1		X	

7.1.2 Cebos para detección de Carnívoros

Este método consiste en la instalación de cebos con olores atrayentes para carnívoros. Se limpia un área de 1 x 1 m de superficie del terreno (idealmente arena fina) y se coloca un atrayente (ej: pescado). Al día siguiente se revisa la superficie intervenida y las huellas son analizadas para conocer a que especie corresponden.

Se instalaron 3 estaciones odoríferas, dos en el área de estudio fuera del área de emplazamiento y una en el área del futuro vertedero. No se registraron huellas de mamíferos en ninguno de los puntos de cebado.

7.2 Catálogo de mamíferos

En la tabla BIO-7 se indica la relación de especies de mamíferos presentes en el área de estudio obtenida del muestreo descrito anteriormente. Se indica el nombre vulgar y científico y su categoría de conservación a partir de del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473.

Tabla BIO-7
Mamíferos presentes en el área del proyecto

Especie	Nombre Común	Distribución	Origen	Estado Conservación (*)
CLASE MAMÍFEROS				
ORDEN CARNIVORA				
Familia Canidae				
<i>Pseudalopex sp.</i>	Zorro	I-XII	Nativo	I, E
<i>Canis domesticus</i>	Perro	I-XII	Introducido	--
ORDEN RODENTIA				
Familia Sigmodontidae				
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo común	I-XII	Nativo	--

(*) Estado de conservación para la zona Sur (VIII, IX y X regiones) según el Reglamento de La Ley de Caza 19.473.

(**) Especies identificadas por medio de entrevistas.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción. **V:** especie catalogada en estado de conservación Vulnerable. **R:** especie catalogada como Rara. **I:** especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida. **F:** especie catalogada como Fuera de Peligro. **B:** especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria. **S:** especie catalogada con densidades poblacionales reducidas. **E:** especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

La única especie con problemas de conservación detectadas en el área de estudio fue el Zorro (*Pseudalopex sp.*) el que se encontró en el área de impacto indirecto.

Zorro (*Pseudalopex sp.*): Huellas indicativas de su presencia se encontraron en distintos sectores. No fue posible determinar a cual de las dos especies de Zorro que habitan en la zona pertenecen los restos encontrados, pero es probable que correspondan al Zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), ya que es esta especie la que se ha detectado en la zona (Guerra, 2003).

7.3 Comunidad de mamíferos

El catálogo de mastofauna del área de estudio está integrado por 3 especies, dos de ellas nativas y una introducida.

El área costera de la II región presenta una limitada diversidad de mamíferos terrestres. La revisión bibliográfica nombra a tan solo 9 especies de las cuales sólo 4 han sido detectadas en estudios recientes en la zona (Guerra, 2003).

Las especies presentes en el área de estudio se distribuyen en 2 familias. La familia Canidae estuvo representada por el Zorro (*Pseudalopex sp.*) y el Perro doméstico (*Canis familiaris*) mientras que la familia Sigmodontidae estuvo representada por el Ratón orejudo común (*Phyllotis darwini*).

Ninguna especie de mamífero se detectó en el área de impacto directo aunque es probable que el Zorro transite la zona esporádicamente.

En general todos los mamíferos registrados en el presente estudio presentan amplias distribuciones a lo largo del territorio nacional, no existiendo especies endémicas del área de impacto del proyecto.

8. BIODIVERSIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el análisis de la diversidad biológica presente en el área de estudio, los resultados de los muestreos se separaron de acuerdo al tipo de ambiente en el que se realizaron (Franja costera y Zonas Desérticas).

Para el análisis de diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener o diversidad alfa.

Índice de Shannon - Wiener:

Los resultados del análisis muestran que el ambiente Franja costera presenta la mayor diversidad biológica con un índice de 1.75 mientras que el biotopo Zonas desérticas presentan un índice de 1.5, ver Tabla BIO-8.

Tabla BIO-8
Índices de diversidad de Shannon - Wiener

Hábitat	Riqueza específica	Índice de Diversidad de Shannon Wiener (H')
Franja costera	18	1.85
Zonas desérticas	5	1.51

9. REPRESENTATIVIDAD DE LA FAUNA

El catálogo de vertebrados está constituido por 22 especies. En este listado se incluyen, 2 reptiles, 17 aves y 3 mamíferos.

En la tabla BIO-9 se detalla el número de taxones de la zona de estudio y la proporción que supone respecto a la fauna descrita para el área de la península de Mejillones. (Muñoz et al, 2000; Campos, H., 1986; Martínez, y González, 2004; Araya y Millie, 1988; Nuñez y Jaksic 1992; Donoso-Barros, 1966; Cei, 1962; Guerra, 2003.). Se excluyeron del análisis los cetáceos, otáridos y testudínatos.

Tablas BIO-9
Riqueza de vertebrados terrestres detectados mediante los muestreos y porcentaje que supone respecto a la descrita el área de la península de Mejillones

	N° especies		Porcentaje (%)
	Área de estudio	Península de Mejillones	
Anfibios	0	0	--
Reptiles	2	10	20
Aves	17	139	12.23
Mamíferos	3	9	33.3
Total	22	158	13.9 %

El área de estudio alberga al 13.9 % de las especies registradas para la Península de Mejillones.

El grupo mejor representado, en forma relativa, es el de los mamíferos, seguido por el de los reptiles. Las aves estuvieron representadas con solo el 12.23 % de las especies potenciales.

10. INTERÉS DE CONSERVACIÓN Y HÁBITATS PARA LA FAUNA

10.1 Especies de interés de conservación

De acuerdo a las categorías de conservación del Reglamento de la Ley de Caza, segregados por zonas del país, el elenco de vertebrados con problemas de conservación del área de estudio incluye a 8 especies, lo que representa al 36,4 % del total de vertebrados registrados.

A partir de las distintas catalogaciones que recibe la fauna del área de emplazamiento del proyecto, se pueden destacar las siguientes especies de fauna de elevado interés de conservación:

En Peligro de extinción (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. (2 especies para el área de estudio): El Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el Gaviotín chico (*Sterna lorata*).

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. (2 especies para el área de estudio): El Guanay (*Phalacrocorax bouganvillii*) y la Gaviota Garuma (*Larus modestus*).

Rara (R): Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo. (1 especie para el área de estudio): El Corredor de Tereza (*Microlophus theresioides*).

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. (3 especies para el área de estudio): El Corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*), el Piquero (*Sula variegata*) y el Zorro (*Pseudalopex sp.*).

Tabla BIO-10
Clases de vertebrados con problemas de conservación

	Reptiles	Aves	Mamíferos
En Peligro de Extinción	--	2	--
Vulnerable	--	2	--
Inadecuadamente Conocida	1	1	1
Rara	1	--	--
Total	2	5	1

10.2 Hábitats para fauna

Para todas las especies, excepto para el Gaviotín chico (*Sterna lorata*), el área de estudio no representa un área de particular importancia ya que presentan amplias distribuciones a nivel nacional. La situación del Gaviotín chico es especial ya que en esta zona se encuentra una de las pocas colonias de nidificación que existen en la actualidad, al interior del área industrial de la comuna de Mejillones. Las nuevas instalaciones del puerto han utilizado el límite sur de su área de nidificación (Vilina, 2003) por lo que las

instalaciones de proyecto en estudio, en lo que se refiere a el terminal de descarga, se encuentran en áreas ya intervenidas. En relación con el área que se utilizará para la construcción del vertedero de cenizas y escorias, se puede mencionar que sólo una especie fue registrada en el actual muestreo, el Jote de cabeza roja (*Cathartes aura*). A pesar de la intensa búsqueda, no se obtuvo evidencia directa o indirecta de la presencia actual o pasada del Gaviotín chico (*Sterna lorata*) en esta área ni sus alrededores cercanos.

11. CONCLUSIONES

En términos generales el área de estudio presenta una baja riqueza específica con 22 especies de vertebrados, lo que representa el 13.9 % de la fauna descrita para la zona. Del total de taxas registrados, 2 corresponden a reptiles, 17 corresponden a aves y 3 a mamíferos.

El 36.4 % de las especies está en categoría de conservación siendo el Gaviotín chico (*Sterna lorata*), la especie más sensible dada su condición de endemismo, reducido tamaño poblacional y por tener uno de los pocos sitios de nidificación conocidos, en meseta de la bahía de Mejillones. No obstante, no se obtuvo evidencia directa o indirecta de la presencia actual o pasada del Gaviotín chico (*Sterna lorata*) en el área del vertedero ni en los alrededores cercanos.

El ambiente más favorable para la fauna resultó ser el biotopo franja costera ya que soportó la mayor riqueza de especies y el más alto índice de biodiversidad. El ambiente zonas desérticas presentó bajo número de especies pero su importancia radica en que es el biotopo que utiliza el Gaviotín chico (*Sterna lorata*) para nidificar.

Ninguna especie con problemas de conservación se encontró dentro del área de impacto directo del proyecto.

No se encontró evidencia de la presencia actual o pasada del Gaviotín chico (*Sterna lorata*) en el área del futuro vertedero.

Se encontró señales de nidificación de Gaviotín chico (*Sterna lorata*), en una de las áreas descritas previamente como sitio de reproducción de la especie, lo que corrobora los datos existentes en lo que dice relación con la fidelidad a sus sitios de apareamiento y crianza.

12. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

General:

- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992). *Bird Census Techniques*. Academic Press.
- di Castri, F. (1968). Equisse écologique du Chili. Biologie de l'Amérique australe. En: Deboutville Cl & Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique. Paris, IV: 7-52.
- di Castri F. y Hajek E. (1976). Bioclimatología de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Gajardo, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.
- Guerra-Correa (2003). Línea base de biodiversidad de la península de Mejillones, sitio prioritario para la conservación II región de Antofagasta. Universidad de Antofagasta, Centro regional de estudios y educación ambiental, 84p.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Fonseca, G.A.B. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Porflitt, G. (1994). Evaluación poblacional de la fauna costera asociada a la II Región de Antofagasta. Informe técnico. Corporación Nacional Forestal, II Región. 42p.
- Simonetti, J.; Kalin-Arroyo, M.; Spotorno, A. & Losada, E (Eds). (1995). Biodiversidad de Chile. CONICYT. Santiago. 364 p.
- Sutherland, W. (1996). *Ecological Census Techniques*. Cambridge University Press.
- Ralph, C.J.; Geupel, G.R.; Pyle, P.; Martín, T.E.; DeSante, D.F. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Forest Service Department of Agriculture United States.
- Ralph, C.J.; Sauer, J.R. & Droege, S. (1995). *Monitoring Bird Population by Point Counts*. Forest Service, United States Department of Agriculture.
- Reglamento de la Ley de Caza, Decreto Supremo N° 5, 7 de Diciembre de 1998. Diario oficial.
- Tellería, J.L. (1986). *Manual para el censo de vertebrados terrestres*. Ed. Raíces, Madrid.

Anfibios y Reptiles:

- Cei, J.M. (1962). Batracios de Chile. Editorial Universitaria. Santiago.
- Díaz, N. (1984). Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. *Naturaleza*, 3:8-13.

Díaz-Páez, H; Williams C & Griffiths RA. (2002). Diversidad y abundancia de anfibios en el Parque Nacional Laguna San Rafael (XI Región, Chile). Boletín del Museo de Historia Natural de Chile 51: 135-145.

Donoso-Barros, R. (1966). Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago.

Frost, D. R. (1992). Phylogenetic analysis and taxonomy of the *Tropidurus* group of lizards (Iguania: Tropiduridae). Amer. Mus. Novit. 3033: 1-68.

Goldberg, S. & E. Rodríguez (1986). Reproductive cycles of two iguanid lizards from northern Chile, *Tropidurus quadrivittatus* and *T. theresioides*. J. Arid environ. 10: 147-151.

Northland, I., J. Capetillo, N. Cruz, H. Maya & G. González (1987). Estudios morfológicos y cromosómicos en el género *Tropidurus* (Iguanidae) del norte de Chile. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 18: 115-122.

Núñez, H. & Jaksic, F. (1992). Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 43: 63-91.

Núñez, H. (1991). Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service 91: 1-29.

Ortiz, J.C. (1980). Revisión taxonómica del género *Tropidurus* en Chile. (1) I Reunión Iberoamericana Zool. Vertebrados, La Rábida, España. P. 355-377.

Veloso, A. & Navarro, J. (1988). Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.

Victoriano, P.F., F. Torres-Pérez, J.C. Ortiz, L.E. Parra, I. Northland & J. Capetillo (2003). Variación aloenzimática y parentesco evolutivo en especies de *Microlophus* del grupo "peruvianus" (Squamata: Tropiduridae). Rev. Chil. Hist. Nat. 76:65-78.

Vidal, M. (2004). Reptiles terrestres de Chile. Guías de Identificación y Biodiversidad Fauna Chilena. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 15 pp.

Vidal, M.A., J.C. Ortiz & A. Labra (2002). Sexual and age differences in ecological variables of the lizard *Microlophus atacamensis* (Tropiduridae), from northern Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 75: 283-292.

Vidal, M. y Ortiz J.C. (2004) Análisis osteológico en dos especies de *microlophus* (sauria, tropiduridae) de la costa chileno-peruana. Gayana 68(1): 9-19.

Aves:

Araya, B. Millie, G. (1988). Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Araya, B., Chester, S. & Bernal, M. (1993). The Birds of Chile. A field guide. B & B. Santiago.

del Hoyo, J., Elliot, A. & J. Sargatal (Eds.) 1996. Handbook of the Birds of the World. Volumen 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.

Goodall, J.D., Johnson, A.W. & Philippi, R.A.. (1946, 1951). Las Aves de Chile. Vol. I y II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Guerra, C. G. (2001). Estudio preliminar de la nidificación del gaviotón chico, *Sterna lorata* en peligro de extinción. Universidad de Antofagasta

Harrison, P. (1985). Seabirds. An identification guide. London: Christopher Holm.

Johnson, A.W. (1965, 1967). The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Martinez, D.; y González, G. 2004. Las Aves de Chile Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista. Santiago, Chile. 620 p.

Rottman, J. (1995). Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, 80 p.

Rottmann, JS y MV López-Callejas (1992). Estrategia Nacional de Conservación de Aves. UNORCH - Santiago. SAG Serie Técnica Año I No. 1.Sin ISBN.

Schlatter, R. P. (1984). The status and conservation of seabirds in Chile. International Council Bird Preservation. Tech. Publ. 2: 261-269.

IUCN 2006. BirdLife International 2006. *Sterna lorata*. In: IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 October 2006.

Vilina, Y. A. (1998). Breeding observations of the Peruvian tern in Chile. Colonial Waterbirds 21: 101-103.

Vilina, Y. A. 2003. Quinta campaña de monitoreo año 2002 del gaviotín chico, *Sterna lorata*, en el área de Mejillones y sectores aledaños. Compañía Portuaria Mejillones S.A.

Sitio web : Aves de Chile 2006. www.avesdechile.cl

Mamíferos:

Campos, H. (1986). Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.

Mann, G. (1978). Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.

Muñoz - Pedreros & J Yáñez (2000). Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p. Muñoz - Pedreros & J Yáñez (2000) Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.

Miller, S.D. & Rottman, J. (1975). Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago, Chile. 200 pp.

APÉNDICE 1

ESPECIES POTENCIALES PARA EL ÁREA DE LA PENÍNSULA Y BAHÍA DE MEJILLONES

APÉNDICE 1

ESPECIES POTENCIALES PARA EL ÁREA DE LA PENÍNSULA Y BAHÍA DE MEJILLONES

CLASE REPTILIA (REPTILES):		CRITERIOS DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					Norte	Centro	Sur	Austral
FAMILIA COLUBRIDAE								
Culebra de cola larga	<i>Philodryas sp.</i>	B		E	R	V	V	
Culebra de cola corta	<i>Tachymenis sp.</i>	B		E	V	V	V	
FAMILIA GEKKONIDAE								
Salamanqueja del norte chico	<i>Homonota gaudichaudi</i>		S	E	R	V		
Salamanqueja del norte grande	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>		S	E	V			
FAMILIA TROPIDURIDAE (Lagartos, lagartijas y corredores):								
Lagartija de Hellmich	<i>Liolaemus hellmichi</i>		S	E	R			
Lagartija	<i>Liolaemus sp1.</i>							
Lagartija	<i>Liolaemus sp2.</i>							
Corredor de cuatro bandas	<i>Microlophus quadrivittatus</i>		S	E	I			
Corredor de Tereza	<i>Microlophus theresioides</i>		S	E	R			
FAMILIA TEIIDAE:								
Iguana	<i>Callopistes palluma palluma</i>		S	E	V	V		

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.

F: especie catalogada como Fuera de Peligro

CLASE AVES:		CRITERIO DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					N	C	S	A
ORDEN PODICIPEDIFORMES								
Blanquillo	<i>Podiceps occipitalis</i>			E				
Huala	<i>Podiceps major</i>			E				
ORDEN SPHENISCIFORMES								
Pingüino de Humboldt	<i>Spheniscus humboldti</i>				P			
Pingüino de Magallanes	<i>Spheniscus magellanicus</i>							
ORDEN PROCELLARIFORMES								
Familia Diomedidae								
Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>		S					
Albatros real	<i>Diomedea epomophora</i>		S					
Albatros de ceja negra	<i>Diomedea melanophris</i>		S					
Albatros de Buller	<i>Diomedea bulleri</i>		S					
Albatros de frente blanca	<i>Diomedea cauta</i>		S					
Albatros de cabeza gris	<i>Diomedea chrysostoma</i>		S					
Albatros obscuro de manto claro	<i>Phoebetria palpebrata</i>		S					
Familia Procellariidae								
Petrel gigante antártico	<i>Macronectes giganteus</i>		S					
Petrel gigante subantártico	<i>Macronectes halli</i>		S					
Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialoides</i>		S					
Petrel moteado	<i>Daption capense</i>		S					
Fardela blanca de J. Fernández	<i>Pterodroma externa</i>		S			V		
Fardela blanca de Más a Tierra	<i>Pterodroma coocki</i>		S			V		
Fardela negra de J. Fernández	<i>Pterodroma neglecta</i>		S			V		
Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>		S					
Petrel-paloma antártico	<i>Pachyptila desolata</i>		S					
Petrel-paloma de pico delgado	<i>Pachyptila belcheri</i>		S					
Fardela negra	<i>Puffinus griseus</i>		S					
Familia Oceanitidae								
Golondrina de mar	<i>Oceanites oceanicus</i>		S	E				
Golondrina de mar chica	<i>Oceanites gracilis</i>		S		I	I		
Golondrina de mar de vientre blanco	<i>Fregetta grallaria</i>		S			I		
Golondrina de mar de vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>		S					
Golondrina de mar peruana	<i>Oceanodroma tethys</i>		S					
Golondrina de mar negra	<i>Oceanodroma markhami</i>		S		I	I		
Golondrina de mar de collar	<i>Oceanodroma hornbyi</i>		S		I	I		
Familia Pelecanoididae								
Yunco	<i>Pelecanoides garnotii</i>		S		V	V	V	
Familia Phaethontidae								
Ave del trópico	<i>Phaeton sp.</i>		S					

CLASE AVES:		CRITERIO DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					N	C	S	A
ORDEN PELECANIFORMES:								
Familia Sulidae								
Piquero de patas azules	<i>Sula nebouxii</i>		S	E				
Piquero	<i>Sula variegata</i>	B		E	I	I	I	
Familia Pelecanidae								
Pelícano	<i>Pelecanus thagus</i>	B		E				
Familia Phalacrocoracidae								
Guanay	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	B			V	V	V	
Cormorán yeco	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>							
Lile	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	B	S		I	I	I	I
Familia Fregatidae								
Ave fragata	<i>Fregata magnificens</i>		S					
ORDEN CICONIFORMES								
Familia Ardeidae								
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	B	S		R	R	R	R
Garza grande	<i>Casmerodius albus</i>	B						
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	B						
Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	B	S					
Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	B						
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>			E				
Familia Thereskiornithidae								
Bandurria	<i>Theristicus melanopis</i>	B			P	V	V	F
Familia Phoenicopteridae								
Flamenco chileno	<i>Phoenicopeterus chilensis</i>		S	E	V	R	R	V
ORDEN ANSERIFORMES								
Familia Anatidae								
Pato Jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>							
ORDEN FALCONIFORMES								
Familia Cathartidae								
Condor	<i>Vultur gryphus</i>	B		E	V			
Jote de cabeza colorada	<i>Cathartes aura</i>	B						
Familia Accipitridae								
Aguila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	B		E	V	V	V	
Bailarín	<i>Elanus leucurus</i>	B		E				
Vari	<i>Circus cinereus</i>	B		E				
Aguila	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	B		E				
Aguilucho	<i>Buteo polyosoma</i>	B		E				
Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	B		E				
Familia Falconidae								
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	B		E				
Traro	<i>Polyborus plancus</i>							

CLASE AVES:		CRITERIO DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					N	C	S	A
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	B		E				
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	B		E				
Halcón perdiguero	<i>Falco femoralis</i>	B		E				
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	B	S	E	V	V	V	V
ORDEN CHARADRIFORMES								
Familia Charadriidae								
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	B		E				
Chorlo ártico	<i>Pluvialis squatarola</i>	B	S					
Chorlo dorado	<i>Pluvialis dominica</i>	B	S					
Chorlo nevado	<i>Charadrius alexandrinus</i>	B	S					
Chorlo semipalmado	<i>Charadrius semipalmatus</i>	B	S					
Chorlo de campo	<i>Oreopholus ruficollis</i>	B	S					
Familia Haematopodidae								
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>			E				
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>		S	E				
Familia Scolopacidae								
Pitotoy grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	B	S					
Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>	B	S					
Playero grande	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	B	S					
Playero manchado	<i>Tringa macularia</i>	B	S					
Zarapito boreal	<i>Numenius borealis</i>	B	S					
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	B						
Zarapito de pico recto	<i>Limosa haemastica</i>	B	S					
Zarapito moteado	<i>Limosa fedoa</i>	B	S					
Playero vuelvepiedras	<i>Arenaria interpres</i>	B	S					
Playero de las rompientes	<i>Aphriza virgata</i>	B	S					
Playero ártico	<i>Calidris canutus</i>	B	S					
Playero blanco	<i>Calidris alba</i>	B						
Playero semipalmado	<i>Calidris pusilla</i>	B	S					
Playero de lomo blanco	<i>Calidris fuscicollis</i>	B	S					
Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	B						
Playero pectoral	<i>Calidris melanotos</i>	B	S					
Playero de patas largas	<i>Calidris himantopus</i>	B	S					
Pollito de mar tricolor	<i>Steganopus tricolor</i>	B	S					
Pollito de mar boreal	<i>Phalaropus lobatus</i>	B	S					
Pollito de mar rojizo	<i>Phalaropus fulicaria</i>	B	S					
Familia Laridae								
Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>		S					
Salteador chileno	<i>Catharacta chilensis</i>		S					
Salteador pardo	<i>Catharacta lonnbergi</i>		S					
Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i>		S		V	R	R	
Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i>		S					
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>			E				
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>		S		V	R	R	R
Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>	B						
Gaviota de Sabine	<i>Xema sabini</i>		S					
Gaviota de las Galápagos	<i>Creagrus furcatus</i>		S					

CLASE AVES:		CRITERIO DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					N	C	S	A
Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>		S					
Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>		S					
Gaviotín piquerito	<i>Sterna trudeaui</i>		S					
Gaviotín chico	<i>Sterna lorata</i>		S		P			
Gaviotín elegante	<i>Sterna elegans</i>		S					
Gaviotín de Sandwich	<i>Sterna sandwicensis</i>		S					
Gaviotín monja	<i>Larosterna inca</i>		S		V	V	V	
Rayador	<i>Rynchops niger</i>		S					
ORDEN COLUMBIFORMES								
Familia Columbidae								
Paloma	<i>Columba livia</i>							
Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>							
Tortola	<i>Zenaida auriculata</i>							
Tortolita de la puna	<i>Metriopelia aymara</i>		S					
ORDEN STRIGIFORMES								
Familia Tytonidae								
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	B		E				
Familia Strigidae								
Tucúquere	<i>Bubo virginianus</i>	B		E				
Chuncho del norte	<i>Glaucidium brasilianum</i>	B	S	E				
Pequén	<i>Athene cunicularia</i>	B		E				
ORDEN APODIFORMES								
Familia Trochilidae								
Picaflor	<i>Sephanoides galeritus</i>	B		E				
Picaflor del norte	<i>Rhodopsis vesper</i>	B	S	E				
Picaflor de Arica	<i>Eulidia yarrellii</i>	B	S	E	V			
ORDEN PASSERIFORMES								
Familia Furnariidae								
Minero	<i>Geositta cunicularia</i>	B						
Minero chico	<i>Geositta maritima</i>	B						
Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>	B	S					
Churrete costero	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	B						
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	B						
Mero	<i>Agriornis livida</i>	B		E				
Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	B		E				
Dormilona fraile	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	B		E				
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	B		E				
Dormilona chica	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	B		E				
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	B		E				
Golondrina bermeja	<i>Hirundo rustica</i>	B	S	E				
Familia Troglodytidae								
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	B		E				
Familia Emberizidae								
Chirihue dorado	<i>Sicalis auriventris</i>							
Chirihue cordillerano	<i>Sicalis uropygialis</i>		S					

CLASE AVES:		CRITERIO DE PROTECCION SEGUN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					N	C	S	A
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	B						
Familia Fringillidae								
Cometocino de Gay	<i>Phrygilus gayi</i>			E				
Cometocino del norte	<i>Phrygilus atriceps</i>			E				
Diuca	<i>Diuca diuca</i>							
Yal	<i>Phrygilus fruticeti</i>							
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>							

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.

F: especie catalogada como Fuera de Peligro

MAMIFEROS:		CRITERIO DE PROTECCION SEGÚN ARTICULO 3º DE LA LEY DE CAZA						
Nombre común	Nombre científico	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA			
					Norte	Centro	Sur	Austral
ORDEN DIDELPHIMORPHIA								
Llaca o Marmosa	<i>Thylamys elegans</i>	B		E	R	R		
ORDEN CHIROPTERA								
Murciélago común	<i>Tadarida brasiliensis</i>	B						
Vampiro o Piuchén	<i>Desmodus rotundus</i>		S		R	R		
Murciélago oreja de ratón	<i>Myotis chiloensis</i>	B						
ORDEN CARNIVORA								
Zorro rojo o Culpeo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>			E	I	I	I	P
Zorro chilla o gris	<i>Pseudalopex griseus</i>			E	I	I	I	I
Chungungo	<i>Lontra felina</i>				P			
Lobo fino austral	<i>Arctocephalus australis</i>				R			
Lobo de mar común	<i>Otaria flavescens</i>							
Efefante marino del sur	<i>Mirounga leonina</i>				V			
ORDEN RODENTIA								
Ratoncito oliváceo	<i>Abrothrix olivaceus</i>							
Ratón orejudo común	<i>Phyllotis darwini</i>							

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.

F: especie catalogada como Fuera de Peligro

APÉNDICE 2
FOTOGRAFÍAS DE TERRENO

APÉNDICE 2

FOTOGRAFÍAS DE TERRENO



Fotografía 1. Área de estudio, zona desértica y neblinas costeras (Camanchaca)



Fotografía 2. Inicio área de protección del Gaviotín chico (*Sterna lorata*) en la meseta al norte de la ciudad de Mejillones



Fotografía 3. *Microlophus quadrivittatus* (Corredor de cuatro bandas) en la zona rocosa de la franja litoral. EC: Inadecuadamente conocida



Fotografía 4. Restos óseos de *Phyllotis darwini* encontrados dentro de una egagrópila en el biotopo zonas desérticas.



Fotografía 5. Huellas de micromamíferos encontradas en sectores rocosos de los cerros costeros.



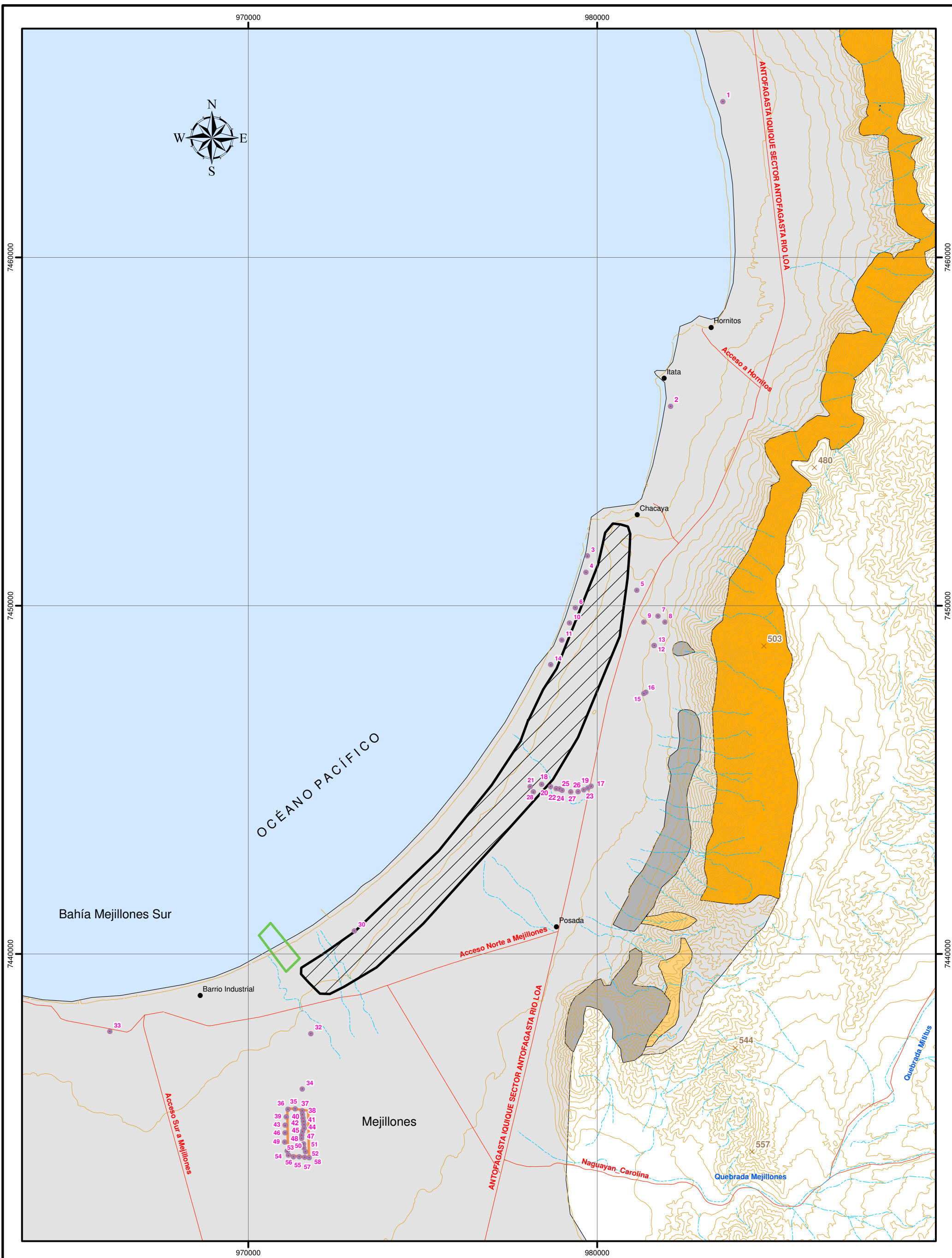
Fotografía 6. Sector rocoso con evidencia de *Phyllotis darwini* y *Pseudalopex griseus*



Fotografía 7. Gaviota garuma (*Larus modestus*) EC: Vulnerable



Fotografía 8. Piquero (*Sula variegata*) EC: Inadecuadamente conocida



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Drenaje Curvas de Nivel Cotas Caminos Vertedero de Cenizas y Escoria CTA y Terminal de Descarga Fauna Puntos de Muestreo Limite Area Nidificación Gaviotín Chico (Sterna iorata) Unidades Vegetacional 2006 Formación de Suculentas Muy Escasas Formación de Suculentas Muy Clara Formación de Copiapo solaris Zona Denedada Área Sin Prospector <td colspan="2"> I REGIÓN II REGIÓN III REGIÓN ESCALA 1 : 100.000 0 0,5 1 2 Km <td colspan="3"> FUENTE CARTOGRÁFICA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM) CARTAS TOPOGRÁFICAS 1:50.000 "CALETA HORÑOS", "CERROS NAGUAYÁN", "LAGUNA SECA DE ORDOÑEZ", "MEULLONES" FUENTE TEMÁTICA DATOS OBTENIDOS EN TERRENO SEPTIEMBRE 2006 DATOS GEODÉSICOS ELIPSOIDE DE REFERENCIA INTERNACIONAL 1904 ORIGEN DATUM PROVVISORIO SUDAMERICANO 1956 DATOS CARTOGRÁFICOS SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS EN PROYECCION UTM HUSO 18 SUR DATOS ALTIMÉTRICOS NIVEL MEDIO DEL MAR <td colspan="3"> PREPARADO POR TEMA PARA Jaime Ilabaca y Asociados CARRAJES 1001 - A LÍNEA DE BASE TEMÁTICA SUEZ ENERGY INTERNATIONAL ESCALA CONTENIDO FECHA INDICADA FAUNA VERTEBRADA FIGURA Nº FIGURA 1 OCTUBRE DE 2006 </td> </td> </td>		I REGIÓN II REGIÓN III REGIÓN ESCALA 1 : 100.000 0 0,5 1 2 Km <td colspan="3"> FUENTE CARTOGRÁFICA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM) CARTAS TOPOGRÁFICAS 1:50.000 "CALETA HORÑOS", "CERROS NAGUAYÁN", "LAGUNA SECA DE ORDOÑEZ", "MEULLONES" FUENTE TEMÁTICA DATOS OBTENIDOS EN TERRENO SEPTIEMBRE 2006 DATOS GEODÉSICOS ELIPSOIDE DE REFERENCIA INTERNACIONAL 1904 ORIGEN DATUM PROVVISORIO SUDAMERICANO 1956 DATOS CARTOGRÁFICOS SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS EN PROYECCION UTM HUSO 18 SUR DATOS ALTIMÉTRICOS NIVEL MEDIO DEL MAR <td colspan="3"> PREPARADO POR TEMA PARA Jaime Ilabaca y Asociados CARRAJES 1001 - A LÍNEA DE BASE TEMÁTICA SUEZ ENERGY INTERNATIONAL ESCALA CONTENIDO FECHA INDICADA FAUNA VERTEBRADA FIGURA Nº FIGURA 1 OCTUBRE DE 2006 </td> </td>		FUENTE CARTOGRÁFICA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM) CARTAS TOPOGRÁFICAS 1:50.000 "CALETA HORÑOS", "CERROS NAGUAYÁN", "LAGUNA SECA DE ORDOÑEZ", "MEULLONES" FUENTE TEMÁTICA DATOS OBTENIDOS EN TERRENO SEPTIEMBRE 2006 DATOS GEODÉSICOS ELIPSOIDE DE REFERENCIA INTERNACIONAL 1904 ORIGEN DATUM PROVVISORIO SUDAMERICANO 1956 DATOS CARTOGRÁFICOS SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS EN PROYECCION UTM HUSO 18 SUR DATOS ALTIMÉTRICOS NIVEL MEDIO DEL MAR <td colspan="3"> PREPARADO POR TEMA PARA Jaime Ilabaca y Asociados CARRAJES 1001 - A LÍNEA DE BASE TEMÁTICA SUEZ ENERGY INTERNATIONAL ESCALA CONTENIDO FECHA INDICADA FAUNA VERTEBRADA FIGURA Nº FIGURA 1 OCTUBRE DE 2006 </td>			PREPARADO POR TEMA PARA Jaime Ilabaca y Asociados CARRAJES 1001 - A LÍNEA DE BASE TEMÁTICA SUEZ ENERGY INTERNATIONAL ESCALA CONTENIDO FECHA INDICADA FAUNA VERTEBRADA FIGURA Nº FIGURA 1 OCTUBRE DE 2006		

ANEXO 11

MEDIO AMBIENTE HUMANO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH).....	1
3.	POBREZA	2
4.	ANTECEDENTES DE SALUD	3
5.	CONCLUSIONES	5

TABLAS

Tabla 1 Dimensiones del Índice de Desarrollo Humano por Comuna

Tabla 2 Población en Línea de Pobreza

APÉNDICE

Apéndice 1: Ampliación de Antecedentes Línea Base del Medio Ambiente Humano y Social

ANEXO 11

MEDIO AMBIENTE HUMANO

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta una actualización y análisis de los antecedentes del Componente Ambiental Medio Humano en las materias de Índice de Desarrollo Humano, Pobreza y Salud.

2. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)

El año 2006, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo publicó los resultados del documento denominado "Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile (1994-2003)".

El objetivo de este documento es realizar un análisis comparativo entre las diversas trayectorias seguidas por las comunas de Chile, en el camino hacia el logro del desarrollo humano.

Se debe tener en cuenta que, debido a los cambios metodológicos, los datos no son comparables con los anteriormente publicados. Por ello, los datos presentados en el documento antes citado son los valores de IDH con los cuales debe analizarse el desarrollo humano de las regiones y comunas de Chile.

Considerado lo anterior, esta nueva publicación elaboró un Índice de Desarrollo Humano comunal comparable, "obteniéndose así una medición del avance que ha alcanzado cada una de las comunas y analizándose en qué medida cada una ha sido capaz de reducir la brecha que la separa con la meta ideal de desarrollo humano."¹

De esta forma uno de los mayores aportes de este ejercicio consiste en la posibilidad de que cada comuna monitoree la evolución del desarrollo humano de su población.

A continuación en la Tabla 1 se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología, en las comunas de la región de Antofagasta, indicando por un lado el valor del índice obtenido y por otro, el ranking del año 2003 y su trayectoria en relación a su posición del año 1994.

¹ PNUD: Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile, 2006

Tabla 1
Dimensiones del Índice de Desarrollo Humano por Comuna

Comunas Región de Antofagasta	Valor IDH	Valor Dimensión Salud	Valor Dimensión Educación	Valor Dimensión Ingreso	Ranking 2003	Cambio de Posición ranking comparativo 1994-2003 (*)
Sierra Gorda	0,789	0,930	0,756	0,681	15	-2
María Elena	0,779	0,830	0,796	0,710	23	17
Calama	0,757	0,785	0,782	0,704	36	6
Antofagasta	0,734	0,757	0,757	0,688	64	-7
Mejillones	0,730	0,774	0,768	0,648	77	-23
Taltal	0,716	0,750	0,733	0,664	98	-2
San Pedro de Atacama	0,711	0,773	0,699	0,660	107	126
Tocopilla	0,690	0,691	0,746	0,634	154	-12
Ollagüe	0,679	0,731	0,710	0,594	172	-152

Fuente: PNUD: Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile, 2006

(*) La columna "cambio de posición ranking comparativo 1994-2003", muestra los puestos que las comunas avanzaron o retrocedieron (cuando el signo es negativo) respecto al ranking 1994.

Se puede destacar que la comuna de Mejillones se encuentra en el quinto lugar a nivel regional y en tercer lugar si se considera sólo la Provincia, siendo superada por Sierra Gorda y Antofagasta.

Este índice confirma que la comuna en cuestión posee buenos indicadores en educación (muy alto), en ingreso alto y salud medio, siendo esta última dimensión un tema pendiente en el sentido de poder mejorar su posición relativa tanto a nivel regional como nacional.

Es posible apreciar que todas las comunas de la provincia retrocedieron respecto al año 1994, siendo la comuna de Mejillones la que experimentó el retroceso más significativo de la Provincia siendo éste de 23 posiciones respecto al año 1994. Independiente de que una comuna suba o bajo de posición relativa, como el caso de Mejillones, se debe señalar que todas las comunas de la Región, (con excepción de Ollagüe) han experimentado un alza en los indicadores medidos.

Finalmente señalar que la comuna está avanzando a un ritmo inferior al regional, respecto al avance hacia la meta ideal del desarrollo humano.

3. POBREZA

En relación con el ámbito social, a continuación se presentan los datos publicados por el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) para el año 2003.

En términos conceptuales los indigentes se componen por personas que aunque dedican la totalidad de sus ingresos a comprar alimentos, no logran cubrir adecuadamente las necesidades nutricionales de sus integrantes. El promedio regional de indigencia es de un 3,2% por lo que la comuna de Mejillones, con un 5,2 de su población en esta categoría, se encuentra por sobre este promedio y en una posición peor que el nivel nacional.

Por otra lado, los pobres no indigentes se componen por personas que pertenecen a hogares que aunque están en condiciones de satisfacer sus necesidades alimentarias, no logran cubrir el conjunto de necesidades básicas, por lo que es posible observar, que al igual que lo experimentado en la categoría de indigencia con un 15,2% de su población, la

comuna tiene una proporción mayor que los niveles administrativos regionales superiores, pero inferior al promedio país.

En este contexto, las cifras entregadas a nivel nacional permiten situar a la Región de Antofagasta como la región con menos personas en condición de pobreza del país, contando con un 11,2% de su población en esta categoría, valor inferior al promedio nacional.

Al analizar los resultados obtenidos a nivel regional, se desprende que las personas que viven en condición de pobreza alcanzan a 55.965 personas, lo que equivale al 11,2% de la población total regional. Dentro de este grupo, la población en situación de indigencia es de 15.990 personas, equivalente a 5,2% de la población regional y un 8% clasificado como pobre no indigente.

En ese sentido, la comuna de Mejillones presenta valores superiores a los registrados en la región y en la Provincia para ambas condiciones (pobres e indigentes).

Tabla 2
Población en Línea de Pobreza

Nivel	Población en Línea de Pobreza						
	Indigente		Pobre no Indigente		Total Pobre		No Pobre
	Número	%	Número	%	Número	%	Total
Comuna Mejillones	428	5,2	824	10,0	1.252	15,2	6.984
Provincia Antofagasta	7.799	2,4	25.991	8,1	33.790	10,5	288.452
Región Antofagasta	15.990	3,2	39.975	8	55.965	11,2	443.726
País	735.082	4,7	2.189.608	14	2.924.690	18,7	12.715.365

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, CASEN 2003

4. ANTECEDENTES DE SALUD

La comuna de Mejillones posee **1 Hospital del tipo 4**. El Hospital de Mejillones es el más pequeño de los establecimientos de la región, cuenta con una dotación de 18 camas y se destaca por su relevante participación en la comunidad.

Se debe recordar que existen 4 tipos de Hospitales, estos son:

- Hospital Tipo 4: establecimiento de baja complejidad con menos de 100 camas de dotación, ubicado en localidades urbano-rurales de más de 10.000 habitantes con un área de influencia no superior a 30.000 habitantes, puede tener adosado un C.U.
- Hospital Tipo 3: establecimiento de mediana complejidad con 100 a 200 camas de dotación, ubicado en localidades de hasta 50.000 habitantes y con un área de influencia no superior a 70.000 habitantes.

- Hospital Tipo 2: establecimiento de mediana (labor general) - alta complejidad con 250 a 300 camas de dotación, ubicado en ciudades de hasta 100.000 habitantes como establecimiento único o en grandes urbes como hospital de apoyo al establecimiento tipo 1.
- Hospital Tipo 1: establecimiento de alta complejidad con no más de 500 camas de dotación, ubicado en la ciudad sede de la dirección del Servicio de Salud, constituyendo el hospital base de cada unidad del sistema. Puede tener adosado un C.D.T.

Otros tipos de establecimientos de Atención Abierta (ambulatoria)

- Consultorio Rural (CR): Establecimiento de atención ambulatoria para localidades de 2.000 a 5.000 habitantes, con población asignada máxima de 20.000 habitantes. Depende técnicamente de un consultorio urbano y/o un Hospital Tipo 4.
- Consultorio Urbano (CU): Establecimiento de atención ambulatoria para poblaciones asignadas no superiores a 30.000 habitantes. En ciudades pequeñas (10.000 – 30.000 habitantes) pueden estar adosados a un hospital de baja complejidad (Hospital Tipo 4).
- Centro de Referencia de Salud (CRS): Establecimiento de atención ambulatoria de mediana complejidad. Otorga atención de referencia para una red de 4 a 6 CU en ciudades grandes (150.000 a 200.000 habitantes). Técnicamente depende del Servicio de Salud.
- Centro Diagnóstico Terapéutico (CDT): Establecimiento de atención ambulatoria de alta complejidad. Otorga atención de referencia a los establecimientos de menor complejidad antes descritos. Se ubica adosado al hospital de mayor complejidad del Servicio de Salud, en las ciudades cabeceras, existiendo al menos uno por región. Depende técnicamente del Servicio de Salud.

En cuanto al acceso de la población rural de la comuna a los servicios de salud, se debe mencionar que la comuna posee 2 distritos censales Distrito 1 (Mejillones) y Distrito 2 (Caleta Los Hornos) para los cuales **no existen Postas de Salud Rural**².

² Establecimiento de atención ambulatoria para poblaciones dispersas y/o concentradas de 800 a 2.000 habitantes.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones respecto de la situación demográfica y socioeconómica del área analizada, son las siguientes:

- La indigencia en Mejillones es más alta que el nivel nacional, regional y provincial. En relación con la condición de pobreza, se experimenta un comportamiento similar. Lo anterior no deja de ser significativo si se considera que Mejillones se localiza en la región que presenta los porcentajes más bajos de habitantes en condiciones de pobreza e indigencia a nivel nacional.
- Los indicadores de desarrollo humano del PNUD muestran dispares comportamientos para las comunas de la provincia de Antofagasta. Sin embargo, se aprecian buenos resultados en relación a las posiciones alcanzadas ya sea por áreas (salud, ingreso, educación) o en términos absolutos.
- El IDH confirma que la comuna de Mejillones posee buenos indicadores en educación (muy alto), en ingreso (alto) y salud (medio), siendo esta última dimensión un tema pendiente en el sentido de poder mejorar su posición relativa tanto a nivel regional como nacional.
- Mejillones experimentó el retroceso más significativo de la Provincia, siendo éste de 23 posiciones respecto al año 1994. Un factor relevante en esta evaluación es lo referido a la dimensión salud, que de acuerdo a información de la Municipalidad, ha disminuido la cobertura debido a la poca participación del sector privado en esta área.
- Finalmente señalar que más antecedentes sobre el Medio Humano, por favor remitirse al Apéndice 1.

APÉNDICE 1

AMPLIACIÓN DE ANTECEDENTES LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE HUMANO Y SOCIAL

APÉNDICE 1

AMPLIACIÓN DE ANTECEDENTES LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE HUMANO Y SOCIAL

1. Presentación

La información que se presenta a continuación, corresponde a la ampliación de antecedentes del medio humano entregado en el Capítulo 4, correspondiente a la línea de base del proyecto “Central Térmica Andino”.

A continuación se incorpora la descripción y análisis de los principales componentes del medio ambiente humano de la comuna de Mejillones a un nivel distrital y de sus respectivas áreas que los componen. De esta manera se busca contextualizar y caracterizar de mejor forma el medio humano, estudiando los antecedentes sociales de mayor relevancia de la comuna.

La metodología utilizada considera el análisis cualitativo y cuantitativo de información secundaria proveniente de Instituto Nacional de Estadísticas, Censo 2002.

2. Área de Influencia

El Área de influencia directa, definida para el Medio Ambiente Humano y Cultural, corresponde al ámbito territorial de la Comuna de Mejillones.

3. Antecedentes Históricos

La península de Mejillones recibe su nombre, debido a la abundancia del molusco del mismo nombre encontrado por los primeros exploradores, el que es más conocido en el país como choro.

Muchos navegantes conocían la península pero era inhabitable por la falta de agua. Su costa era recorrida por los Changos desde tiempos pre-hispánicos, más no hubo asentamientos humanos considerables hasta 1841, cuando comenzó la explotación de guano. En 1842, bajo la presidencia de Manuel Bulnes, se otorgó la concesión de explotación del guano a un industrial francés. Desde entonces hasta 1866, en que el tratado de límites Chileno- Boliviano fija la frontera en el paralelo 24º sur, dejando la península de Mejillones en territorio de Bolivia, sucediéndose una serie de asentamientos relativamente pasajeros, siempre ligados a la explotación de guano, y con menos frecuencia ligados a los trabajos en mineras de extracción de cobre.

En esos tiempos el agua era traída en barco desde Arica. Mejillones vivía de acuerdo al oscilamiento de las actividades económicas primarias, para en 1883 (época en la cual era parte del territorio nacional) permitir la existencia de tan sólo 90 personas en la localidad, lo que originó el cierre del puerto, renaciendo nuevamente a principios del siglo XX, como consecuencia del auge salitrero.

En 1895, Antofagasta Railway Co., solicitó al gobierno chileno la concesión de terrenos para levantar sus instalaciones. Construye una población de 1000 viviendas, además de todas sus instalaciones administrativas. Se construye también la más grande y moderna maestranza de todo el continente americano, después de una que existía en California.

Allí se pudo atender todas las necesidades que tuvo la empresa ferroviaria para satisfacer la gran demanda que requirió la industria salitrera.

En el año 1906 surge entonces un nuevo pueblo de Mejillones, en terrenos ubicados más al norte de la anterior población y que son los que se ocupan actualmente. El pueblo vivió con prosperidad hasta principios de los años treinta, volviendo a decaer con la quiebra de la industria salitrera. La empresa de ferrocarriles dejó de operar en 1948, dejando galpones y espléndidos edificios administrativos que son un ejemplo de la arquitectura industrial de la época.

Desde el fin de la prosperidad salitrera, los habitantes han seguido adelante de la mano de diversas industrias que han tenido también sus ciclos tales como la Sociedad Chilena de Fertilizantes, numerosas pesqueras, la central térmica, entre otras.

4. Antecedentes Demográficos de la Comuna

Mejillones es una comuna que fue creada el 4 de enero de 1957. Para efectos del INE, la comuna de Mejillones está dividida en dos distritos censales. El primero corresponde a Mejillones, el que a su vez se compone de cuatro áreas. Estas son:

- El área de Mejillones, que corresponde a la ciudad del mismo nombre.
- El área censal Interacid, cuyo hito más relevante es la Compañía Interacid Chile Ltda., creada en 1994. Administradora de terminales marítimos en Mejillones, compañía establecida para transacciones de importación y exportación de ácido sulfúrico y azufre.
- El área censal Fertilizantes, que corresponde al área en donde existe una empresa química, y
- El área censal de Posadas, asociada a un sector en donde se emplazan algunas hospederías.

El segundo distrito corresponde a Caleta Los Hornos y comprende a su vez cuatro áreas. Estas son:

- El área Caleta Los Hornos que comprende al complejo turístico Hornitos, playa con casas de veraneo. Y la caleta de pescadores.
- El área Carolina de Michilla, la cuál debe su nombre a la minera que se instaló allí en 1859, hoy recibe el nombre de Minera Michilla S.A.
- Las áreas de Chacaya y de Itata, que corresponden a playas sin infraestructura ni población permanente.

a) Total de Población

Según el último Censo Nacional de Población y Vivienda realizado el año 2002, la comuna de Mejillones cuenta con una población total de 8.418 habitantes, que corresponden al 1,7% de la población total de la región (493.984 hab.). En la tabla SC-1, se muestra la cantidad de población de la comuna, desagregando distritos censales y áreas.

Tabla SC-1
Población total, Urbano /Rural

Distrito	Áreas	Urbano / Rural	Población 2002	% de comuna
Mejillones	1. Mejillones	Urbano	7.825	92,95%
	2. Fertilizantes	Rural	2	0.02%
	3. Interacid	Rural	2	0.02%
	4. Posadas	Rural	9	0,10%
<i>Total distrito 1</i>			<i>7.838</i>	<i>93,11%</i>
Caleta Los Hornos	5. Caleta los Hornos	Urbano	63	0,74%
	6. Carolina de Michilla	Rural	517	6,14%
	7. Chacaya	-	-	-
	8. Itata	-	-	-
<i>Total distrito 2</i>			<i>580</i>	<i>6,88%</i>
<i>Total población comuna</i>			<i>8.418</i>	<i>100%</i>

Niveles	Total
Provincia de Antofagasta	318.779
Región de Antofagasta	493.984
Chile	15.116.435

Fuente: INE. Censo de Población 2002

Al observar los datos se puede constatar una fuerte concentración de habitantes en la ciudad de Mejillones, la que se posiciona como el área con mayor población dentro de su respectivo distrito, como también dentro de la comuna. Representa un 92,95% del total de habitantes, y es la única área de la comuna que cumple a cabalidad los requisitos para ser catalogada como urbana. El INE, considera como urbano a un conjunto de viviendas concentradas, con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000, con el 50% o más de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias.

La segunda concentración importante de habitantes dentro de la comuna se da Carolina de Michilla, que corresponde al área 6, distrito Caleta Los Hornos. Cuenta con 517 habitantes, un número muy inferior que la ciudad de Mejillones. Se trata de asentamientos que datan desde la fundación de la minera Carolina de Michilla, (1859) que con el paso del tiempo se ha convertido en un asentamiento permanente, y que sigue asociado a la actividad minera.

El área 5, Caleta Los Hornos, es una definida como urbana, a pesar de contar con 68 habitantes, situación que debiese explicarse a que de acuerdo al INE considera que excepcionalmente los centros que cumplen funciones de turismo y recreación con más de 250 viviendas concentradas y que no alcanzan el requisito de población pueden ser consideradas como entidades urbanas. El área de Caleta Los Hornos comprende al

centro turístico Hornitos, donde la mayoría de las viviendas (228 de 257) permanecen desocupadas la mayor parte del año, considerándose como viviendas de verano.

Como puede observarse en la Tabla SC-1, las áreas de Interacid, Fertilizantes, Posadas, representan una porción bajísima de población (13 personas), mientras que Chacaya e Itata no tiene población. Debido a lo anterior, los siguientes análisis se realizan por distrito.

b) Población por grupos de edad

La comuna de Mejillones cuenta con un 27,91 % de su población en el tramo comprendido entre los 0 a 14 años y un 4,82 % en el rango de los 65 años y más, representando una estructura poblacional con valores muy cercanos a los obtenidos en el nivel provincial y regional.

Tabla SC-2
Estructura de la población por tres tramos de edad

Distrito	Áreas	0- 14	15-64	65 y más	Total
1 Mejillones	1. Mejillones	2.282	5.155	388	7.825
	2. Fertilizantes	-	1	1	2
	3. Interacid	-	2	-	2
	4. Posadas	2	7	-	9
<i>Total área</i>		<i>2.284</i>	<i>5.165</i>	<i>389</i>	<i>7.838</i>
<i>%</i>		<i>29,14%</i>	<i>65,90%</i>	<i>4,96%</i>	<i>100%</i>
<i>% de la comuna</i>		<i>27,13%</i>	<i>61,36%</i>	<i>4,62%</i>	<i>93%</i>
2 Caleta Los Hornos	5. Caleta los Hornos	16	43	4	63
	6. Carolina de Michilla	50	454	13	517
	7. Chacaya	-	-	-	-
	8. Itata	-	-	-	-
<i>Total</i>		<i>66</i>	<i>497</i>	<i>17</i>	<i>580</i>
<i>% del distrito</i>		<i>11,37%</i>	<i>85,68%</i>	<i>2,93%</i>	<i>100%</i>
<i>% de la comuna</i>		<i>0,78%</i>	<i>5,90%</i>	<i>0,20%</i>	<i>7%</i>
<i>Total comuna</i>		<i>2350</i>	<i>5662</i>	<i>406</i>	<i>8418</i>
<i>%</i>		<i>27,91%</i>	<i>67,26%</i>	<i>4,82%</i>	<i>100%</i>

Nivel	Mejillones		Provincia		Región		País	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 14	2350	27,9	82423	25,9	132846	26,9	3890126	25,7
15 a 64	5.662	67	215.851	68	331.927	67	10.408.020	69
65 y más	406	4,8	20.505	6,4	29.211	5,9	818.289	5,4
Total	8.418	100	318.779	100	493.984	100	15.116.435	100

Fuente: INE. Censos de Población 2002

Se observa en los datos que, el distrito de Mejillones sigue la tendencia de la estructura poblacional comunal, con un porcentaje levemente superior en el rango etáreo de 65 años y más.

El distrito de Caleta Los Hornos, contiene a la mayoría de la población en el tramo de edad entre 14 y 64 años, y un bajo porcentaje en los tramos de edad de niños y ancianos. Esto se debe principalmente a que la población del área Carolina de Michilla, no es espontánea sino que se forma mediante los requisitos de la minera para sus trabajadores (niños y ancianos no representan a población económicamente activa).

c) Estructura de la población por sexo

De acuerdo al INE, el índice de masculinidad se define como el cociente entre el número de hombres y el de mujeres multiplicado por 100. La comuna de Mejillones presenta un índice de masculinidad de un 123,6%. Comparándolo con el índice nacional, de 97,12%, queda establecido que existe en la comuna un alto índice de masculinidad.

Todas las áreas de la comuna, a excepción de Posadas, exceden el índice de masculinidad nacional.

De las áreas más pobladas de cada distrito, Mejillones presenta un índice de masculinidad de 133%. En tanto Carolina de Michilla presenta un altísimo índice de masculinidad, con 589%, lo que no es extraño por ser un asentamiento principalmente minero.

Tabla SC-3
Estructura de Población por Sexos e Índice de Masculinidad

Distrito	Áreas	Hombre	Mujer	Índice de masculinidad
Mejillones	Mejillones	4.162	3.663	113
	Fertilizantes	1	1	100
	Interacid	2	-	-
	Posadas	4	5	80
Total distrito		4.169	3.669	114%
Caleta los Hornos	Caleta los Hornos	43	20	215
	Carolina de Michilla	442	75	589
	Chacaya	-	-	-
	Itata	-	-	-
Total distrito		485	95	511%
Comuna		4.654	3.764	123
País		15.116.435	7.447.695	97,12

Nivel	Total	Hombres	Mujeres	Índice Masculinidad
Provincia de Antofagasta	318.779	165.847	152.932	108,4
Región de Antofagasta	493.984	256.165	237.819	107,7
Chile	15.116.435	7.447.695	7.668.740	97,12

Fuente: INE. Censo de Población 2002

Los valores indicados en la tabla anterior se explican por la influencia de las actividades económicas primarias (pesca y minería) que se desarrollan en la comuna, las que a veces se desarrollan en condiciones muy duras, generando puestos de trabajo que son absorbidos por mano de obra masculina. A la vez que hay mayor cantidad de mujeres en Mejillones, por ser centro urbano con mayor cantidad de actividades terciarias.

5. Antecedentes Antropológicos de la Comuna

a) Pueblos Originarios

En Chile, un 5% de la población pertenece a distintos grupos étnicos, lo que representa a 692.192 habitantes. Siendo las etnias más representativas la Mapuche (87,3%), Aymará (7%) y Atacameña (3%).

La segunda región de Antofagasta presenta porcentajes de pertenencia a grupos étnicos similares al resto del país, pero el grupo étnico más representativo es el atacameño (60,7%), luego el Mapuche (18%) y Aymará (10%).

Tabla SC-4
Pertenencia a pueblos originarios
Por país, región y comuna

Categorías	País	%	II Región	%	Comuna Mejillones	%
Aymará	48.501	7,01%	2.468	10,82%	17	8,76%
Colla	3.198	0,46%	182	0,80%	3	1,55%
Mapuche	604.349	87,31%	4.117	18,05%	138	71,13%
Quechua	6.175	0,89%	2.038	8,94%	4	2,06%
Yámana	1.685	0,24%	58	0,25%	0	0,00%
Alacalufe	2.622	0,38%	48	0,21%	0	0,00%
Atacameño	21.015	3,04%	13.855	60,75%	25	12,89%
Rapa Nui	4.647	0,67%	42	0,18%	7	3,61%
Total p. indígena	692.192	100%	22.808	100%	194	100%

Tipo población	País	%	II Región	%	Comuna Mejillones	%
Total p. indígena	692.192	5%	22.808	5%	194	2%
Total p. no indígena	14.424.243	95%	459.123	95%	8.224	98%
Población total	15.116.435	100%	481.931	100%	8.418	100%

Fuente: INE. Censos de Población 2002

Para la comuna de Mejillones, el grupo más representativo es el mapuche (71%), el que se eleva bastante por sobre la cifra regional. Luego el Atacameño (12%) y finalmente el Aymará (8%).

Llama la atención que el grupo étnico mapuche, sea el de mayor representatividad para la comuna ya que por sector geográfico esta etnia originariamente se emplaza principalmente en la VII, VIII y IX región del país, lo que habla de importantes migraciones, las cuáles deben haberse producido a principios del siglo XIX en el auge económico y laboral de la comuna.

Por otra parte los grupos étnicos originarios del norte grande (Aymará, Colla, Quechua y Atacameño) no representan un número importante, lo que se explica por ser grupos andinos, y no costeros, pero de todas maneras llama la atención que no sean estos grupos los que se hayan movido a las urbes de la comuna.

El detalle sobre la pertenencia a pueblos originarios por distrito y zona urbano/ Rural se observa en la tabla SC-5.

Tabla SC-5
Pertenencia a pueblos originarios
Por distrito y zona urbano/ Rural

Categorías	Distrito 1 : Mejillones				Distrito 2 : Caleta los Hornos				Total comuna	
	Nº	Urbano	Rural	%	Nº	Urbano	Rural	%	Nº	%
Atacameño	21	21	-	0,3%	4	-	4	0,7%	25	0,3%
Aymará	16	16	-	0,2%	1	-	1	0,2%	17	0,2%
Colla	3	3	-	0,0%	0	-	-	0,0%	3	0,0%
Mapuche	131	130	1	1,7%	7	-	7	1,2%	138	1,6%
Quechua	4	4	-	0,1%	0	-	-	0,0%	4	0,0%
Rapa Nui	6	6	-	0,1%	1	-	1	0,2%	7	0,1%
Total p. indígena	181	180	1	2,3%	13	-	13	2,2%	194	2,3%
N.A	7657	7645	12	97,7%	567	63	504	97,8%	8224	97,7%
Total población	7838	7825	13	100,0%	580	63	517	100,0%	8418	100,0%

Fuente: INE. Censos de Población 2002

El porcentaje de población indígena de la comuna, es menor al de la región, y entre los distritos la representatividad de grupos étnicos es similar, con predominancia de la etnia mapuche. Es relevante destacar que casi la totalidad de personas pertenecientes a grupos indígenas habitan en los sectores urbanos de la comuna.

b) Religiones y Creencias

Se observa en la tabla SC-6, que en la comuna de Mejillones, la religión más representativa es la católica, esta tendencia es seguida por los dos distritos a la vez que le sigue la religión evangélica. Representando cifras similares a los niveles regionales y de país

Tabla SC-6
Religión que profesa

Distrito	Mejillones		Caleta Los Hornos		Total	
Religiones	Casos	%	Casos	%		%
Católica	3642	66%	406	79%	4048	67%
Evangélica	1072	19%	31	6%	1103	18%
Testigo de Jehová	91	2%	7	1%	98	2%
Mormón	49	1%	3	1%	52	1%
Musulmana	1	0%	0	0%	1	0%
Otra religión o credo	253	5%	19	4%	272	4%
Ninguna, ateo, agnóstico	446	8%	48	9%	494	8%
Total	5554	100%	514	100%	6068	100%

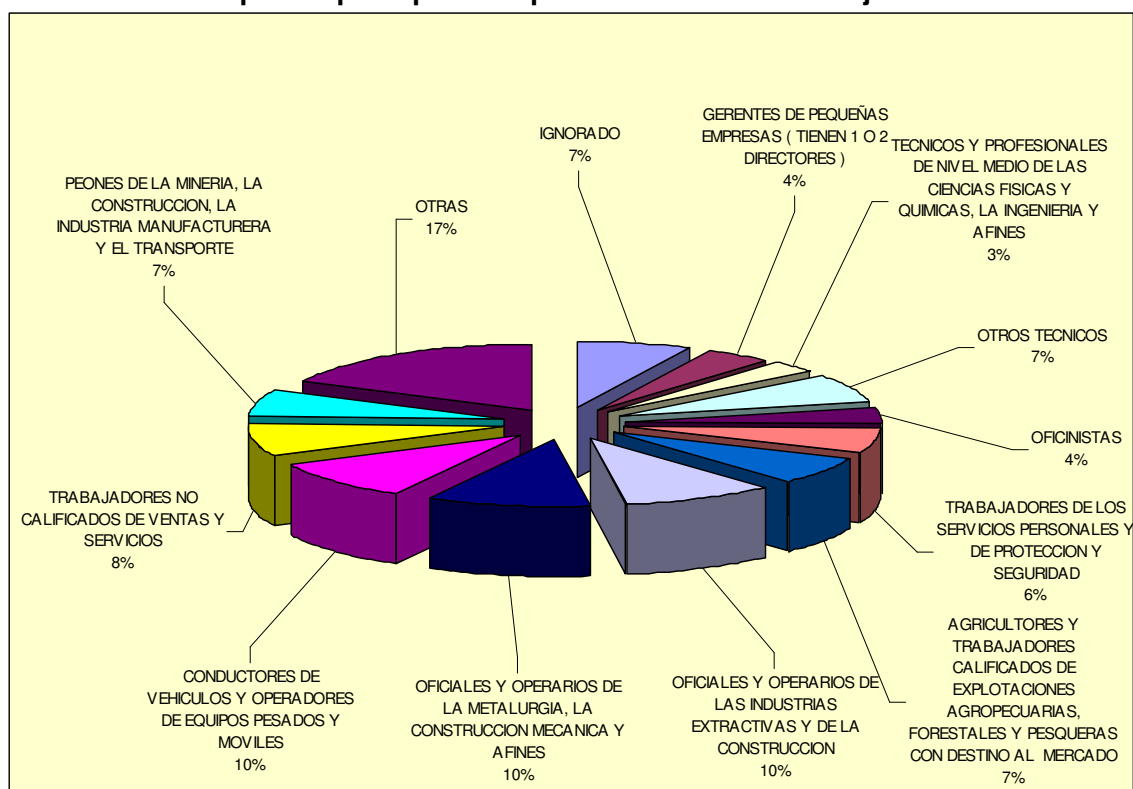
Fuente: INE. Censos de Población 2002

Las principales festividades que se celebran en la ciudad de Mejillones son la fiesta de San Pedro, Patrón de la pesca (semana del 29 de Junio) y el día de Mejillones, que conmemora la captura del Huáscar, en la guerra del pacífico el 8 de Octubre de 1879.

6. Características Socioeconómicas (Empleo y Actividades Económicas)

En Mejillones (comuna) actualmente la economía se sustenta básicamente en la actividad pesquera e industrial que se ha constituido durante las últimas décadas en la principal fuente de empleo para su población. Sin embargo, el fuerte desarrollo experimentado por las actividades derivadas de la minería ha significado para Mejillones un incremento en las fuentes de empleo e infraestructura, por medio de una reconversión de actividades económicas que tradicionalmente identificaban a esta ciudad.

Grafico SC-1
Ocupación principal de la población comuna de Mejillones

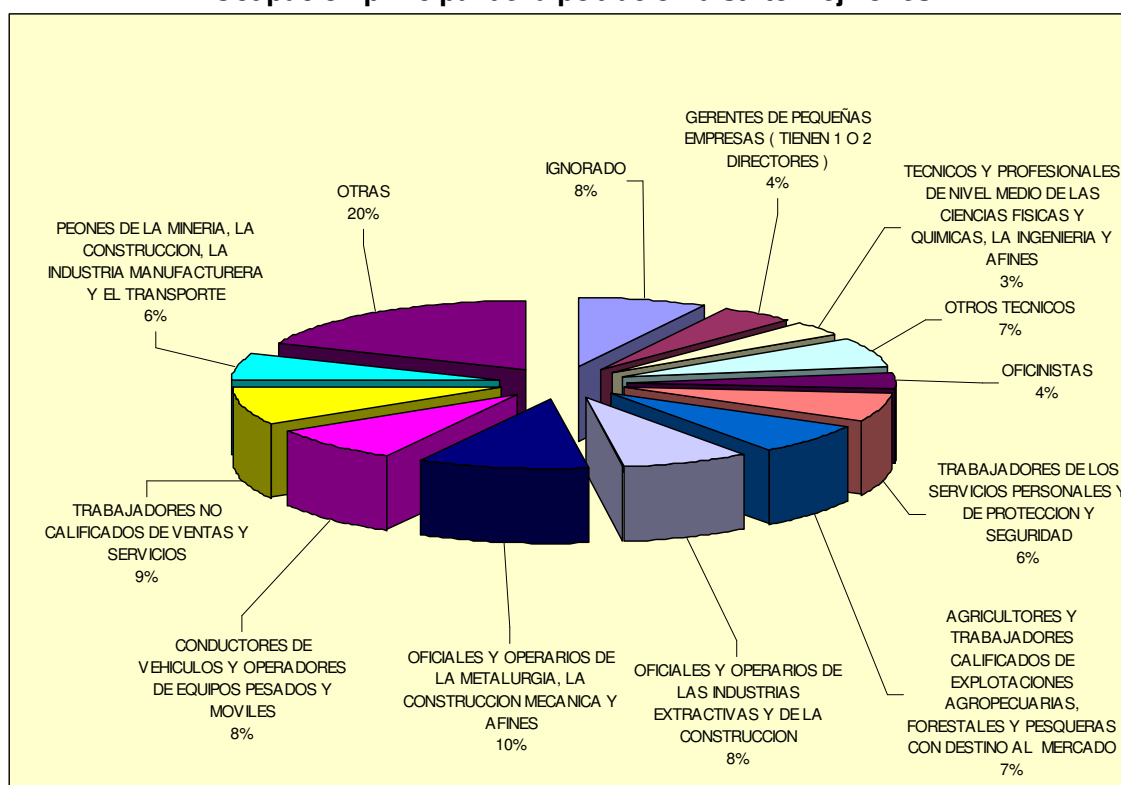


Fuente INE. Censo de población 2002

La instalación de terminales para descarga y almacenamiento de insumos destinados a la minería; plantas de generación de energía eléctrica; puerto de embarque y desembarque de cargas, además de la reutilización de la antigua red ferroviaria para estos nuevos requerimientos, demuestran una tendencia a consolidar nuevas funciones urbanas para este centro poblado.

Las actividades relacionadas con la pesca, están bastante desarrolladas en la comuna, situación que contrasta fuertemente con el desarrollo de las mismas a nivel regional. La industria tiene asimismo un desarrollo proporcionalmente superior al que ha experimentado la provincia y la región, pudiendo establecerse que Mejillones presenta una estructura del empleo completa, ya que todas las ramas de la actividad económica están presentes en forma bastante equilibrada. En el gráfico SC-1 se presenta las principales ocupaciones³ de la población en la comuna de Mejillones (código CIUO88 a dos dígitos) y a continuación se presentan por distritos.

Gráfico SC-2
Ocupación principal de la población distrito Mejillones



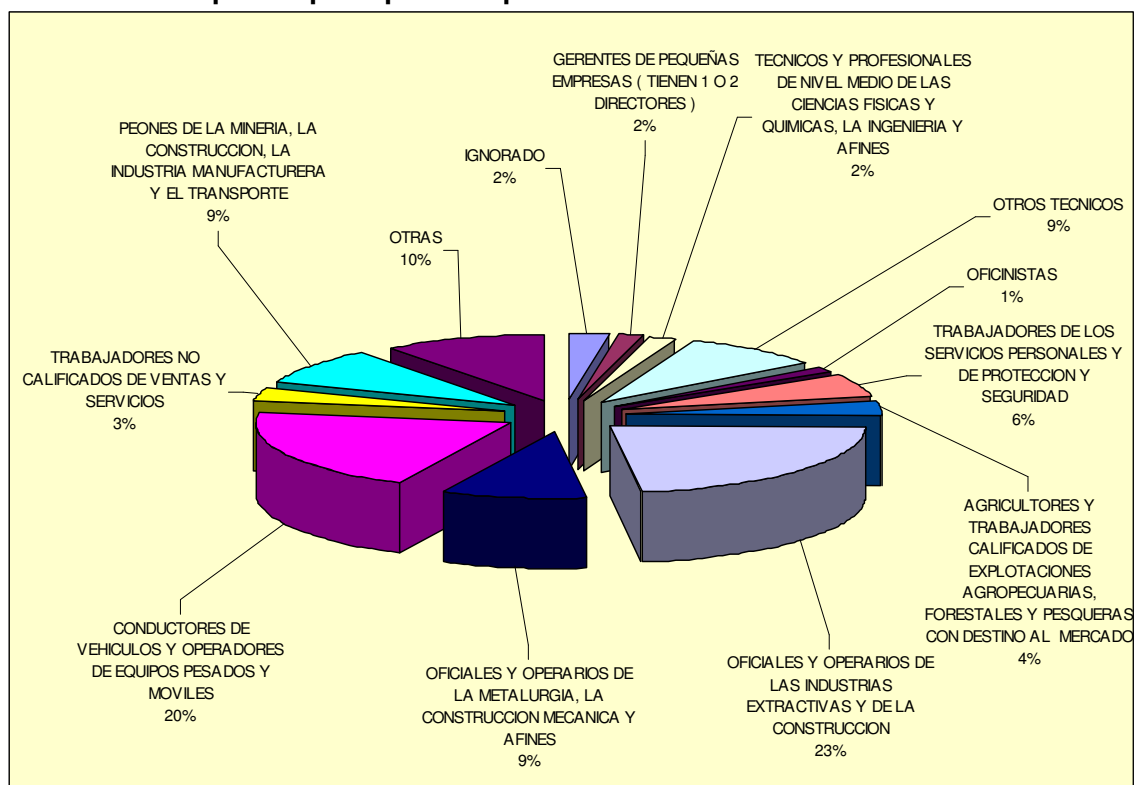
Fuente INE. Censo de población 2002

El distrito de Mejillones presenta de manera bastante equilibrada las distintas ocupaciones, no obstante, las que pertenecen al sector primario representan un mayor porcentaje.

³ Las ocupaciones que han mostrado un bajo porcentaje se han agrupado como "otras" y comprende las siguientes ocupaciones: fuerzas armadas carabineros e investigaciones; miembros de los poderes ejecutivo y legislativo y personal administrativo de la administración pública; directores de empresa (tienen tres o más directores); profesionales de las ciencias físicas, químicas y matemáticas y de la ingeniería; profesionales de las ciencias biológicas, la medicina y la salud; profesionales de la enseñanza; otros profesionales científicos, técnicos y profesionales de nivel medio de las ciencias biológicas, la medicina y la salud; maestros e instructores técnicos; empleados en trato directo con el público; trabajadores agropecuarios y pesqueros de subsistencia; mecánicos de precisión, artesanos operarios de las artes gráficas y afines, otros oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios; operadores de instalaciones fijas y afines; operadores de maquinas y montadores; peones agropecuarios, forestales, pesqueros y afines, modelos vendedores y mostradores.

Caleta Los Hornos, a diferencia de Mejillones, presenta principalmente dos ocupaciones (sobre 20%) una es, la de oficiales operarios de la industrias extractivas y de la construcción, adscrita al sector primario de la economía y la otra, asociada a ella, conductores de vehículos y operadores de equipos pesados y móviles. Se presenta una muy baja representatividad del sector terciario. Lo que coma ya se ha visto, se debe principalmente al tipo de asentamiento (ligado a la minera) y a su condición rural.

Gráfico SC-3
Ocupación principal de la población distrito Caleta los Hornos



Fuente INE. Censo de población 2002

En la Tabla SC-7 se presenta la composición por sexo de la fuerza de trabajo ocupada y tasa de participación en la comuna de Mejillones, y sus distritos. Se debe recordar que se define como tasa de participación a la relación entre la población económicamente activa y la población Total de 15 años o más.

Tabla SC-7
Tasa de participación económica por sexo y distrito

Distrito	Pob. de 15 años o más			PEA 15 o más años			Tasa de participación		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Mejillones	5554	2989	2567	3054	2273	781	55%	76%	30%
Caleta los Hornos	514	444	70	442	424	18	86%	95%	26%
Total Comuna	6068	3433	2637	3496	2697	799	58%	79%	30%

Fuente: INE. Censos de Población 2002

Se observa una tasa de participación mayor en el distrito de Caleta los Hornos (86%) que en el distrito de Mejillones (55%), la cual esta cubierta casi en su totalidad (95%) por hombres. Esto se debe a que hay un índice de masculinidad muy alto en el distrito, y que a la vez son trabajadores del sector primario.

Para el distrito de Mejillones, el índice de participación es de un 55%, con una mayor participación de mano de obra masculina. En tanto a la participación económica de las mujeres, se deduce de la tabla SC-8, que gran parte de ellas se dedica a los quehaceres de la casa.

Tabla SC-8
Población No Económicamente Activa (%)

Nivel	Total	Quehaceres de la casa	Estudiantes	Jubilados o rentistas	Incapacitados permanentes	Otra situación
Comuna de Mejillones	2.539	53,60%	24,70%	12,80%	1,10%	8,00%

En cuanto a la forma de trabajo, la mayoría de la población lo hace como trabajador asalariado, lo que se debe a las distintas empresas situadas en la comuna que absorben mano de obra. El trabajador por cuenta propia, es la segunda forma de trabajo más realizada en la comuna, pero muy inferior a la asalariada. De esta manera se constata una fuerte dependencia laboral con las empresas existentes, manteniendo la comuna su condición histórica.

La presencia de familiares no remunerados indican la posible existencia de economías domesticas de subsistencia.

Tabla SC-9
Forma de trabajo

En este trabajo es o era	Mejillones		Caleta los Hornos		Comuna	
	nº	%	nº	%	nº	%
Trabajador asalariado	2412	79%	408	92%	2820	81%
Trabajador de servicio doméstico	45	1%	4	1%	49	1%
Trabajador por cuenta propia	458	15%	25	6%	483	14%
Empleador, empresario o patrón	110	4%	4	1%	114	3%
Familiar no remunerado	29	1%	1	0%	30	1%
Total	3054	100%	442	100%	3496	100%

7. Bienestar Social Básico

a) Vivienda

En cuanto a las condiciones de tenencia de la vivienda, para el distrito de Mejillones, un 68,5% de ellas se encuentran en la categoría denominada como propias (estas pueden estar pagadas o vías de serlo), un 20,4% se encuentran en una situación de arriendo y un 6,5% se encuentra en la categoría de cedidas por trabajo o servicio. En la categoría de gratuita hay un 4,5%.

Para el distrito de Caleta Los Hornos las condiciones de tenencia de la vivienda, se presentan de la siguiente manera; un 47,7% de ellas se encuentran en la categoría denominada como propias, un 5% se encuentran en una situación de arriendo y en la categoría de cedidas por trabajo o servicio un 13,9%. Con relación a la categoría de gratuitas, Caleta los Hornos presenta un 34,1%, superando de manera considerable al distrito de mejillones.

Tabla SC-11
Condición de tenencia de la vivienda

Categorías	Distrito Mejillones		Distrito Caleta Los Hornos		Total comuna	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Propia	1234	68,5	37	46,7	1271	67,6
Arrendada	368	20,4	4	5	372	19,7
Cedida por trabajo o servicio	118	6,5	11	13,9	129	6,8
Gratuita	81	4,5	27	34,1	108	5,7
Total	1801	100	79	100	1880	100

Fuente: INE. Censos de Población 2002

b) Acceso a electricidad, agua potable y alcantarillado

En la comuna de Mejillones, es el servicio de red pública de agua potable el que tiene la más amplia cobertura, incluso por sobre el nivel regional. Esto se explica por ser una necesidad prioritaria para los habitantes de esta comuna, debido a la escasez de la misma en la región.

Tabla SC-12
Acceso de la Población a Servicios Básicos

Nivel	Red Pública Alcantarillado (%)	Red Pública Agua Potable	Red Pública Electricidad (%)
Comuna de Mejillones	94,8%	99,2%	96,4%
Provincia de Antofagasta	97,9%	99%	97,7%
Región de Antofagasta	97,4%	98,9%	97%
País	90,4%	96,1%	91%

En el sentido contrario, tanto el acceso a la red pública de electricidad como de alcantarillado, aunque presenta porcentajes elevados de cobertura (96% y 94% respectivamente), igualmente se sitúa en una posición inferior al promedio regional.

Tabla SC-13
Acceso a Electricidad, Agua Potable y Alcantarillado

Distrito	Mejillones		Caleta Los Hornos		Total	
Categorías origen del alumbrado eléctrico	Casos	%	Casos	%		%
Red pública (Cía. Electricidad)	1764	62	49	62	1813	96,4
Generador propio o comunitario	9	15,1	12	15,2	21	1,1
No tiene	28	22,7	18	22,8	46	2,4
Total	1801	100	79	100	1880	100
Categorías agua por cañería						
Dentro de la vivienda	1.791	94,4	77	97,4	1868	99,3
Fuera de la vivienda, dentro del sitio	6	0,33	1	1,3	7	0,3
No tiene	4	0,22	1	1,3	5	0,2
Total	1.801	100	79	100	1880	100
Categorías disponibilidad serv. Higiénicos						
Conectado a alcantarillado	1769	98,2	14	17,7	1783	94,8
Conectado a fosa séptica	8	0,4	48	60,7	56	2,9
Cajón sobre pozo negro	17	0,9	16	20,2	33	1,7
Químico	2	0,1	0	0	2	0,1
No tiene	5	0,2	1	1,2	6	0,3
Total	1801	100	79	100	1880	100

Fuente: INE. Censos de Población 2002

En la tabla SC-13, se puede apreciar que a nivel distrital, no se presentan grandes diferencias en cuanto a alumbrado eléctrico, ni de disponibilidad de agua por cañería. En cuanto a la disponibilidad de servicios higiénicos, se presenta una diferencia importante, ya que el distrito de Mejillones tiene un 98,2% de viviendas conectadas al alcantarillado, mientras que el distrito de Caleta los Hornos presenta sólo un 17,7%. Esto se explica por la condición de ruralidad del último distrito, siendo más común el uso de fosa séptica u otras soluciones sanitarias.

c) Educación

En Chile un 95,8% de la población de 10 años y más es alfabetizada. De esta manera la comuna presenta un nivel de alfabetismo menor que el nacional, al igual que el distrito de Mejillones. En tanto el distrito de Caleta los Hornos presenta un nivel similar al nacional.

Tabla SC-14
Nivel de Alfabetización de Población de 5 años y más, por distrito y comuna

Sabe Leer y Escribir	Mejillones		Caleta Los Hornos		Comuna	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Si	6356	89%	538	96%	6894	89%
No	807	11%	25	4%	832	11%
Total	7163	100%	563	100%	7726	100%

Fuente: INE. Censos de Población 2002

Los niveles de instrucción de la población son bastante heterogéneos en la comuna de Mejillones, situación muy similar entre los distritos. Buenos son los logros de cobertura que se presentan en la educación básica y media, lo que cambia drásticamente en la educación superior (Tabla SC-15).

Tabla SC-15
Nivel de Instrucción de Población de 5 años y más

Niveles	Mejillones		Caleta Los Hornos		Comuna	
Categorías	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Nunca Asistió	77	1%	8	1%	85	1%
Pre-Básica	262	4%	2	0%	264	3%
Especial/Diferencial	23	0%			23	0%
Básica/Primaria	2837	40%	246	44%	3083	40%
Media Común	2337	33%	146	26%	2483	32%
Humanidades	152	2%	12	2%	164	2%
Media Comercial	214	3%	17	3%	231	3%
Media Industrial	263	4%	65	12%	328	4%
Media Agrícola	2	0%	4	1%	6	0%
Media Marítima	11	0%	-	-	11	0%
Normal	7	0%	-	-	7	0%
Técnica Femenina	56	1%	1	0%	57	1%
Centro de Formación Técnica	132	2%	9	2%	141	2%
Instituto Profesional	357	5%	9	2%	366	5%
Universitaria	433	6%	44	8%	477	6%
Total población 5 años y más.	7163	100%	563	100%	7726	100%

Fuente: INE. Censos de Población 2002

La baja cantidad de población, que continúa estudios después de la enseñanza media, puede ser respuesta a que no existen establecimientos de educación superior en la comuna, lo que hace muy difícil el estudiar en otra parte, debido en parte a temas económicos y de arraigo.

8. Conclusiones

Las principales conclusiones respecto de la situación demográfica y socioeconómica del área analizada, son las siguientes:

- Casi la totalidad de la población de la comuna se concentra en la ciudad de Mejillones.
- La estructura de la población por sexos, muestra elevados índices de masculinidad, tanto a nivel distrital como comunal.
- La estructura de la población por sexo, indica la mayor presencia de hombres que mujeres, situación que se hace más notoria al desagregar por distritos.
- El porcentaje de población perteneciente a algún grupo indígena en la comuna, es menor que el de la región y del país. La mayoría se concentra en los sectores urbanos de la comuna.
- La etnia más representativa de la comuna es la Mapuche.
- En cuanto a la forma de trabajo, la mayoría de la población lo hace como trabajador asalariado.
- Se constata una fuerte dependencia laboral con las empresas existentes, manteniendo la comuna su condición histórica.
- La mayor parte de la población no económicamente activa está constituida por mujeres que realizan quehaceres de casa.
- En relación a los servicios básicos se puede establecer que Mejillones presenta buenas coberturas en la red pública de agua potable. En cuanto a alcantarillado y energía eléctrica, el abastecimiento es menor, pero con buenos porcentajes de cobertura.
- El nivel de instrucción en enseñanza básica, está bien cubierto para la población. Se aprecia una disminución en el acceso a la enseñanza media, situación que se incrementa en relación al acceso a la enseñanza superior.

ANEXO 12

ANÁLISIS DEL IMPACTO OA-1 “ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA EN ZONA DE DILUCIÓN DE LA TEMPERATURA” AL CONSIDERAR DESCARGA DE EFLUENTES EN FORMA SUBMARINA

INDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	2
3. CRITERIOS DE ANÁLISIS	2
3.1. Caudal.....	2
3.2. Temperatura.....	3
3.3. Estructura densimétrica de la columna de agua	3
3.4. Corrientes Marinas	3
3.5. Campo de circulación cercano	4
3.6. Campo de circulación lejano.....	4
4. MODELACIÓN TEÓRICA DE DILUCIÓN Y DISPERSIÓN.....	4
4.1. Descarga simple.....	4
4.2. Descarga con difusor.....	4
5. ANÁLISIS DE LA MODELACIÓN	5
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	6
7. EVALUACIÓN DEL IMPACTO	8

TABLAS

Tabla 1	Perfiles de Temperatura y Salinidad - Para Análisis Teórico De Dilución
Tabla 2	Escenarios de Modelación

FIGURA

Figura EI-1	Gradiente de Temperatura versus Distancia a la Costa
-------------	--

ANEXO 12

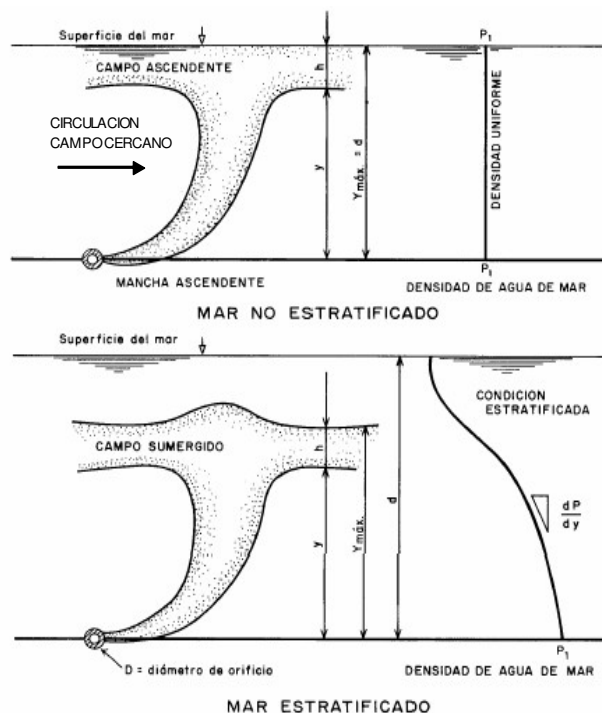
ANÁLISIS DEL IMPACTO OA-1 “ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA EN ZONA DE DILUCIÓN DE LA TEMPERATURA” AL CONSIDERAR DESCARGA DE EFLUENTES EN FORMA SUBMARINA

1. ANTECEDENTES GENERALES

Al disponer la descarga de agua de la Central termoeléctrica en forma submarina, la pluma térmica ascenderá por la columna de agua debido a la diferencia de densidades del efluente y del agua de mar. Al ascender la pluma, esta se va diluyendo en la columna de agua y se expande horizontalmente, hasta alcanzar una altura donde la densidad de la pluma se iguala a la del medio marino circundante; la dilución que se produce a una cierta altura y distancia en torno al punto de vertido, en donde la pluma se estabiliza, se denomina dilución inicial.

En un medio marino no estratificado (columna de agua homogénea), la pluma de mezcla puede utilizar toda la columna de agua para diluirse, y en consecuencia, puede aflorar a la superficie, en tanto que en uno estratificado, dicha pluma puede quedar atrapada a cierta profundidad, condición deseable en algunos casos por efectos estéticos, pero desfavorable respecto de la dilución inicial, que se verá disminuida al disponer de una menor altura de agua para diluirse y mezclarse.

Luego que la pluma térmica se ha estabilizado, se dispersa horizontalmente y se diluye por acción de las corrientes marinas y por la turbulencia que impone el oleaje y el viento, entre otros.



2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Existen diversos procedimientos de cálculo utilizados para el modelamiento de la pluma de dispersión. Los más clásicos se originan en las primeras investigaciones sobre el tema (Abrahms, Brooks, Rawn, Palmer, etc.) y son del tipo aproximado. Estos se basan en métodos gráficos y/o fórmulas empíricas - experimentales.

Recientemente se ha extendido el uso de métodos computacionales más refinados, como es el caso del programa PLUMES (3° Edición, 1994), elaborado y patrocinado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), y el cual ha sido utilizado ampliamente en el diseño de numerosos emisarios submarinos que operan eficientemente en Chile y en el mundo. Este modelo representa una adecuada y versátil metodología automatizada para predecir las características cuantitativas (tasa de dilución, trayectoria de la pluma) de los procesos de mezcla hidrodinámicos a partir de diferentes configuraciones de descarga y en todo tipo de cuerpos de agua, incluyendo zonas costeras.

Para el análisis de la pluma térmica se utiliza el modelo paramétrico de dilución y dispersión PLUMES, el cual simula los tres procesos dinámicos que definen el comportamiento de un efluente descargado a través de un colector submarino, siendo estos:

- Dilución inicial o formación inicial de la pluma en el área de vertido, que ocurre durante los primeros minutos.
- Dispersión horizontal y advección mecánica de la pluma boyante por acción de las corrientes marinas, luego de haberse diluido inicialmente en el área de vertido
- Remoción química, física o microbiológica (si hubiera) del agente contaminante a medida que la pluma se dispersa con la corriente marina, debido a los procesos de sedimentación, floculación, decaimiento bacteriano y oxigenación, entre otros.

Respecto de la dilución inicial, hay varios factores que la afectan, entre ellos, la mezcla originada por la velocidad de salida del efluente por la tubería, la intensidad de la corriente marina, que permitirá una mayor o menor renovación de agua fresca en el área de vertido, la velocidad de ascenso de la pluma debido a la diferencia de densidades del efluente y el agua de mar, y la profundidad de la descarga, que dependiendo de la estructura densimétrica de la columna de agua, la pluma de mezcla ascendente puede alcanzar la superficie del mar o quedar atrapada a cierta profundidad.

3. CRITERIOS DE ANÁLISIS

En lo que respecta a la modelación del comportamiento de la descarga de agua en el cuerpo de agua receptor, y a los criterios de cálculo del modelo, se consideran los antecedentes oceanográficos informados en la sección anterior.

A continuación se entrega una síntesis de las variables de diseño adoptadas para la evaluación teórica de la pluma de dispersión.

3.1. Caudal

De acuerdo con los datos informados por SUEZ ENERGY ANDINO S.A., se adopta un caudal total de diseño de 53000 m³/hr.

$$Q_{\max} = 14,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2. Temperatura

La temperatura determina la densidad, flotabilidad y velocidad de ascenso de la pluma de dilución a lo alto de la columna de agua, y en consecuencia este parámetro interviene en la dilución inicial en torno al área de vertido.

Para efectos de la modelación matemática de la descarga de agua y de acuerdo a lo informado por Suez Energy Andino S. A. se asumirá una temperatura de salida de 26 °C, o un diferencial de temperatura Δt máximo en verano de 9° C entre la toma y la descarga de agua, sin superar los 30° C.

3.3. Estructura densimétrica de la columna de agua

Para efectos de analizar el comportamiento de la pluma de dispersión se consideran los siguientes perfiles de temperatura y salinidad de la columna de agua.

Tabla 1
Perfiles de Temperatura y Salinidad
Para Análisis Teórico De Dilución

Profundidad (m)	PERFIL TIPOICO DE VERANO		PERFIL ANÓMALO AÑO NIÑO	
	Salinidad (psu)	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Temperatura (°C)
0	34,6	19,50	34,6	22,5
2	34,6	19,38	34,6	22,5
4	34,6	19,28	34,6	22,0
5	34,6	18,84	34,6	21,3
6	34,6	18,35	34,6	19,5
7	34,6	17,50	34,6	18,5

3.4. Corrientes Marinas

Cuando se analiza la dilución y dispersión de una descarga submarina en el medio acuático, se requiere definir un campo de circulación cercano y otro lejano. El primero, controla la formación de la pluma de mezcla inicial efluente - agua de mar, y su dilución en torno al área de vertido. Se alcanzará mayor o menor dilución dependiendo de la intensidad de la circulación marina en los primeros minutos después de realizada la descarga. Una vez que la pluma se diluye inicialmente en el campo cercano, ésta se desplazará a otros sectores conforme al campo de circulación lejano.

El campo de circulación cercano se puede determinar en función de registros de corrientes eulerianos o lagrangianos medidos en el sitio de vertido. Por su parte, el campo de circulación lejano se estima con algún modelo de simulación hidrodinámico (análisis bidimensional) o suponiendo corrientes permanentes en una determinada dirección de incidencia (análisis unidimensional del modelo PLUMES). Si a este campo de corrientes, se agregan coeficientes de dispersión, se puede obtener una representación gráfica de la concentración de ésta, en la dirección de la corriente adoptada.

De acuerdo con los antecedentes analizados, se concluye que las corrientes subsuperficiales en Mejillones, corren mayoritariamente en sentido paralelo a la geometría de la línea de costa. En el estrato superficial predomina un transporte dirigido en sentido oblicuo hacia la costa, probablemente en respuesta al forzamiento del viento NW sobre las capas superiores del océano.

En este contexto, al definir un campo de corrientes permanente (a utilizar con el modelo PLUMES), debe tomarse en cuenta la persistencia del fenómeno. Si la corriente es persistente en una determinada dirección, la pluma podría navegar continuamente y alcanzar sectores ambientalmente críticos. Contrariamente, si la circulación es fluctuante, la corriente podría invertirse después de 1, 2 o 3 horas, y en consecuencia, la pluma correría alternadamente de un sitio a otro en torno al punto de emisión. En conclusión, el área de influencia de un emisario depende de la persistencia de la circulación marina en una determinada dirección.

3.5. Campo de circulación cercano

De acuerdo con el patrón de corrientes, se ha sensibilizado el análisis de la formación inicial de la pluma de dilución para dos escenarios ambientales, que son:

- Corriente estanca (sin corriente)
- Condición modal (0,06 cm/s)

El primer caso representa la condición más conservadora donde se consigue una menor dilución de la pluma. La segunda condición ambiental (modal) representa el comportamiento típico del cuerpo de agua.

3.6. Campo de circulación lejano

Para efectos de la modelación de la descarga de agua de la Central Termoeléctrica se consideran los siguientes escenarios, en coincidencia con los antecedentes presentados:

- Corriente modal (0,06 cm/s)
- Condición extrema (0,15 cm/s)

4. MODELACIÓN TEÓRICA DE DILUCIÓN Y DISPERSIÓN

De acuerdo con la información proporcionada por SUEZ ENERGY ANDINO S.A., la descarga de agua se realizará a 4 metros de profundidad, a través de dos cañerías de 1800 mm de diámetro.

Para efectos de la modelación de la descarga, se analizan los siguientes casos:

4.1. Descarga simple

Descarga de agua a 4 metros de profundidad, a través de dos orificios simples de 1800 mm de diámetro, localizados cada uno en el extremo de las tuberías, con una velocidad de salida del efluente por el ducto de 2,9 m/s.

4.2. Descarga con difusor

Descarga de agua a 4 metros de profundidad, a través de dos difusores colineales, localizados cada uno en el extremo de las tuberías.

El difusor constituye la estructura final del emisario submarino, a través del cual desagua el efluente por múltiples orificios (portas) dispuestos a lo largo de la tubería.

Para el caudal total de diseño de 14,72 m³/s, se ha optado por dos difusores simples de una rama, de las siguientes características:

- Longitud del difusor: 44 m
- Número de portas: 11
- Diámetro portas: 400 mm
- Separación entre portas: 4 m
- Angulo vertical de la porta: 20°

Para efectos del modelo, se considerará que la descarga del caudal total se realiza a través de un difusor de 88 metros de longitud, con un total de 22 portas.

Se analizan los siguientes escenarios:

Tabla 2
Escenarios de Modelación

Corrida Modelo	Tipo descarga	Campo de velocidad cercano	Campo de velocidad lejano (m/s)	Temperatura del medio	T° del Efluente
1	Simple	Condición modal	Condición modal	Perfil típico de verano	26°C
2	Simple	Condición modal	Condición extrema	Perfil típico de verano	26°C
3	Difusor	Condición estanco	Condición modal	Perfil típico de verano	26°C
4	Difusor	Condición modal	Condición modal	Perfil típico de verano	26°C
5	Difusor	Condición modal	Condición extrema	Perfil típico de verano	26°C
6	Difusor	Condición estanco	Condición modal	Perfil anómalo año Niño	30°C
7	Difusor	Condición modal	Condición modal	Perfil anómalo año Niño	30°C
8	Difusor	Condición modal	Condición extrema	Perfil anómalo año Niño	30°C

5. ANÁLISIS DE LA MODELACIÓN

La modelación de la calidad de agua se entrega en el Apéndice 1 (adjunto al final de este informe). Estos resultados son las evaluaciones teóricas que arroja el modelo Plumes para los distintos casos analizados.

La tabla siguiente presenta el resumen de cada situación analizada.

Corrida Modelo	Tipo descarga	Campo de velocidad cercano	Campo de velocidad lejano (m/s)	Temperatura del medio	Dilución Inicial	Extensión máxima (*) (m)
1	Simple	Condición modal	Condición modal	Perfil típico de verano	2,327	250
2	Simple	Condición modal	Condición extrema	Perfil típico de verano	2,327	600
3	Difusor	Condición estanco	Condición modal	Perfil típico de verano	8,862	125
4	Difusor	Condición modal	Condición modal	Perfil típico de verano	9,238	120
5	Difusor	Condición modal	Condición extrema	Perfil típico de verano	9,238	275
6	Difusor	Condición estanco	Condición modal	Perfil anómalo año Niño	8,858	200
7	Difusor	Condición modal	Condición modal	Perfil anómalo año Niño	9,170	175
8	Difusor	Condición modal	Condición extrema	Perfil anómalo año Niño	9,170	425

(*) La extensión máxima corresponde a aquella en que se verifica un incremento de 0,5°C respecto de la condición natural del medio, en superficie.

Los resultados evidencian que para descarga sin difusor, se obtiene una menor dilución inicial del efluente, respecto de disponer la descarga de la central termoeléctrica a través de dos difusores.

Todos los casos simulados indican que la pluma de dilución aflorará a la superficie del mar.

Cuando la descarga se realiza sin difusor a 26°C (período típico de verano), los resultados evidencian que a una distancia de 250 metros (Corrida 1) o 600 metros del punto de descarga (Corrida 2), se obtienen temperaturas mayores a 0,5°C respecto de la condición natural del medio (19,5°C), en superficie.

Cuando la descarga se realiza con difusor a 26°C (período típico de verano), los resultados evidencian que a una distancia variable entre 120 m a 275 m del punto de descarga, se obtienen temperaturas mayores a 0,5°C respecto de la condición natural del medio (19,5°C), en superficie.

Respecto de la modelación con descarga a 30°C en épocas de calentamiento global (El Niño), los resultados evidencian que a una distancia de 200 metros (Corrida 6), 175 metros (Corrida 7) o 425 metros del punto de descarga (Corrida 8), se obtienen temperaturas mayores a 0,5°C respecto de la condición natural del medio (22,5°C), en superficie.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El área de influencia, en superficie, representada por una alteración térmica de 0,5°C respecto de la condición natural del medio, aprovechando la columna de agua para la dilución inicial del efluente, resulta ser de 600 metros cuando la descarga se realiza sin difusor. Sin embargo, al disponer la descarga a través de dos difusores, el área de influencia se reduce entre 120 a 425 metros, dependiendo de las condiciones ambientales imperantes.

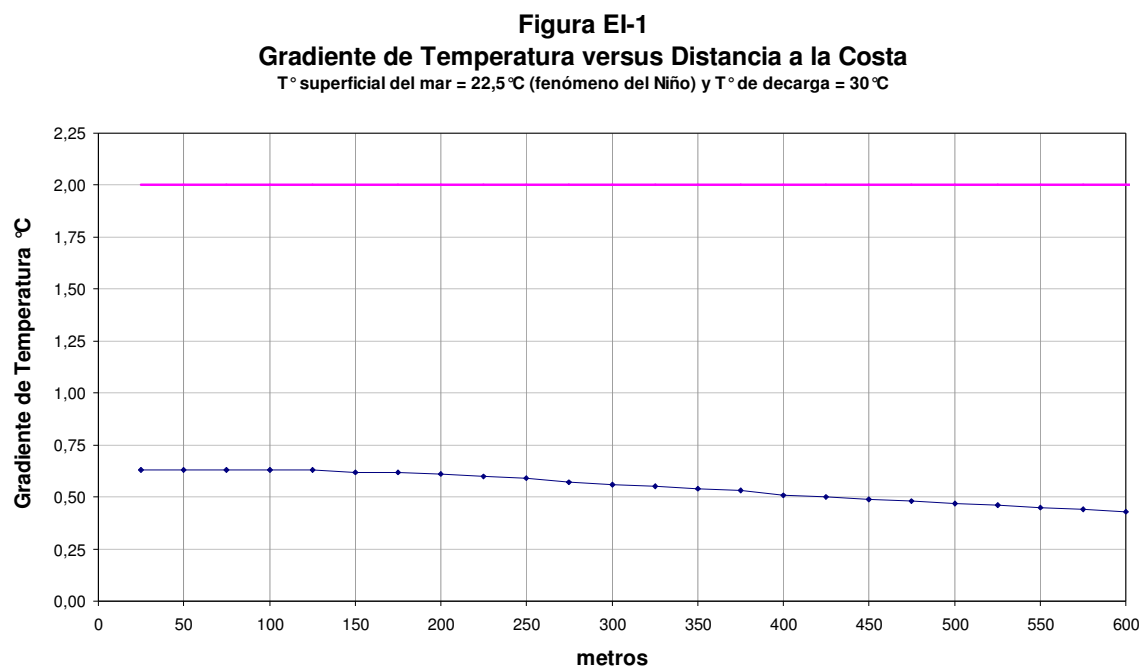
Esta alteración térmica de 0,5°C afecta principalmente al estrato superior de agua, que es donde se localiza la región de mínima dilución de la pluma de dispersión.

La descarga, tal como lo revela el estudio de dilución desarrollado en torno a la descarga actual de EDELNOR S.A., afecta principalmente a la capa de agua superficial, y por lo tanto desde este punto de vista, la toma de agua de mar debe captar a profundidades mayores a 4 metros, garantizando que el agua de mar ligeramente calentada por la descarga proyectada, no afecte la toma de agua fresca proyectada (y existentes), la que se debe ubicar a 275 metros al NE del punto de captación.

Por otra parte y de acuerdo a lo requerido por SEA, la temperatura nominal del agua de mar en la captación, debe ser de 17° C, lo que implica desde este punto de vista, captar agua por debajo de la termoclina, y de preferencia en profundidades iguales o superior a 7 metros, garantizando de esta manera, un rango de temperatura entre 16 a 18° C, dependiendo de la estación del año, (invierno y verano respectivamente).

En el contexto del análisis anterior, Suez Energy Andino S.A. ha optado por seleccionar una descarga submarina con difusor, y una toma de agua a una profundidad no menor a 7 m.

De acuerdo a lo anterior, en el caso más desfavorable de análisis, que corresponde al Caso 8, la curva de gradiente de temperatura de la descarga, será la siguiente:



7. EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Para evaluar el impacto **OA-1 :Alteración de la Calidad Físico-Química del Agua en Zona de dilución de la Temperatura** se ha considerado como referencia lo señalado en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aguas Marinas a Nivel Nacional, en que se establece una diferencia de máximo 2°C para aguas Clase 1 (la más exigente).

De acuerdo al gráfico anterior, el gradiente térmico de la pluma (con respecto al agua de mar) es, en la condición más desfavorable, de 0,66°C. En función de lo anterior, corresponde a un impacto de carácter negativo ($Ca=-1$). El valor ambiental de la variable “Calidad del agua” es medio, debido a que en el área de influencia la columna de agua no presenta características singulares o particulares que permitan considerarlas como únicas, y el grado de perturbación del proyecto es Suave, debido a que, en la condición más desfavorable de análisis, no se verificarán diferenciales de temperatura mayores a 2°C. Esto lleva a que el impacto tenga una intensidad baja ($I=0,1$).

El riesgo de ocurrencia del impacto poco probable ($Ro=3$), ya que aún en la condición más extrema de análisis (con Fenómeno del Niño) no se esperan gradientes cercanos a 2°C. La duración del impacto es larga ($Du=1,0$), ya que se verificará mientras opere la Central. De desarrollo muy rápido ($De=1$), puesto que la calidad del agua se modifica inmediatamente una vez producida la descarga. La extensión del impacto será puntual ($E=0,1$), ya que el área de la pluma de dispersión cumplirá con el diferencial de temperatura que establece la Calidad 1 del Anteproyecto de norma de Calidad de Agua inmediatamente a la salida del difusor. Finalmente, la reversibilidad del impacto es total ($Re=0,1$), dadas las mareas, corrientes, vientos que ayudan a una rápida dispersión de la pluma térmica.

En el contexto de lo anterior, el impacto resulta en una $CA=-1$, es decir, jerarquía baja.

APENDICE 1

MODELACIÓN TEÓRICA DE DILUCIÓN Y DISPERSIÓN

CORRIDA 1

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	2	7.360	5.5	34.6	26	25	800
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	1.8	1.800	2.892	2.718	0.9892	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	1	22.7562	26	0	15.93	0.006231
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	3.889	24.6664	0.06000	0.0003	0.06	48.20	0.01335
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	24.6098	34.6	19.50	19.50	0.01164	0.01832
2	0.06	24.6407	34.6	19.38	19.38	buoy flux	puff-ther
4	0.06	24.6664	34.6	19.28	19.28	0.03466	38.26
5	0.06	24.7785	34.6	18.84	18.84	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.9014	34.6	18.35	18.35	26.99	76.90
7	0.06	25.1097	34.6	17.50	17.50	plu-cross	jet-strat
						624.1	19.91
						plu-strat	
						17.09	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	1.800	26.00	1.000	0.000
2.466	3.544	22.66	1.998	4.183
2.128	3.921	22.33	2.217	5.094 -> merging
1.928	4.140	22.19	2.327	5.629 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 8.029m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
22.09	2.4	22.13	2.4	25.00	322.9	0.1
21.57	3.0	21.82	2.7	50.00	739.5	0.2
21.13	3.7	21.55	3.0	75.00	1156	0.3
20.81	4.6	21.34	3.3	100.0	1573	0.4
20.58	5.5	21.18	3.6	125.0	1990	0.6
20.40	6.4	21.06	3.9	150.0	2406	0.7
20.26	7.4	20.95	4.2	175.0	2823	0.8
20.15	8.5	20.87	4.4	200.0	3240	0.9
20.07	9.6	20.79	4.6	225.0	3656	1.0
19.99	10.7	20.73	4.9	250.0	4073	1.1
19.93	11.9	20.67	5.1	275.0	4490	1.2
19.88	13.2	20.62	5.3	300.0	4906	1.4
19.84	14.4	20.58	5.5	325.0	5323	1.5
19.80	15.7	20.54	5.7	350.0	5740	1.6
19.77	17.1	20.50	5.9	375.0	6156	1.7
19.74	18.4	20.47	6.0	400.0	6573	1.8
19.71	19.9	20.44	6.2	425.0	6990	1.9
19.69	21.3	20.41	6.4	450.0	7406	2.1
19.67	22.8	20.38	6.5	475.0	7823	2.2
19.65	24.3	20.36	6.7	500.0	8240	2.3
19.64	25.9	20.34	6.9	525.0	8656	2.4
19.62	27.4	20.32	7.0	550.0	9073	2.5
19.61	29.1	20.30	7.2	575.0	9490	2.6
19.60	30.7	20.28	7.3	600.0	9906	2.8
19.58	32.4	20.26	7.4	625.0	10320	2.9
19.57	34.1	20.25	7.6	650.0	10740	3.0
19.57	35.8	20.23	7.7	675.0	11160	3.1
19.56	37.6	20.22	7.9	700.0	11570	3.2
19.55	39.3	20.20	8.0	725.0	11990	3.3
19.54	41.2	20.19	8.1	750.0	12410	3.4
19.53	43.0	20.18	8.3	775.0	12820	3.6
19.53	44.9	20.16	8.4	800.0	13240	3.7

CORRIDA 2.

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	2	7.360	5.5	34.6	26	25	800
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	1.8	1.800	2.892	2.718	0.9892	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	1	22.7562	26	0	15.93	0.006231
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	3.889	24.6664	0.06000	0.0003	0.15	48.20	0.01335
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	24.6098	34.6	19.50	19.50	0.01164	0.01832
2	0.06	24.6407	34.6	19.38	19.38	buoy flux	puff-ther
4	0.06	24.6664	34.6	19.28	19.28	0.03466	38.26
5	0.06	24.7785	34.6	18.84	18.84	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.9014	34.6	18.35	18.35	26.99	76.90
7	0.06	25.1097	34.6	17.50	17.50	plu-cross	jet-strat
						624.1	19.91
						plu-strat	
						17.09	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	1.800	26.00	1.000	0.000
2.466	3.544	22.66	1.998	4.183
2.128	3.921	22.33	2.217	5.094 -> merging
1.928	4.140	22.19	2.327	5.629 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 8.029m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time
				m	sec hrs
22.19	2.3	22.19	2.3	25.00	129.1 0.0
22.11	2.4	22.14	2.4	50.00	295.8 0.1
21.92	2.6	22.03	2.5	75.00	462.5 0.1
21.71	2.8	21.90	2.6	100.0	629.1 0.2
21.51	3.1	21.78	2.7	125.0	795.8 0.2
21.32	3.4	21.67	2.9	150.0	962.5 0.3
21.16	3.7	21.56	3.0	175.0	1129 0.3
21.02	4.0	21.47	3.1	200.0	1296 0.4
20.89	4.3	21.39	3.3	225.0	1462 0.4
20.78	4.7	21.32	3.4	250.0	1629 0.5
20.68	5.0	21.25	3.5	275.0	1796 0.5
20.59	5.4	21.19	3.6	300.0	1962 0.5
20.51	5.8	21.14	3.7	325.0	2129 0.6
20.44	6.2	21.09	3.8	350.0	2296 0.6
20.38	6.6	21.04	3.9	375.0	2462 0.7
20.32	7.0	21.00	4.0	400.0	2629 0.7
20.27	7.4	20.96	4.2	425.0	2796 0.8
20.22	7.8	20.92	4.3	450.0	2962 0.8
20.18	8.2	20.89	4.3	475.0	3129 0.9
20.14	8.6	20.85	4.4	500.0	3296 0.9
20.10	9.1	20.82	4.5	525.0	3462 1.0
20.07	9.5	20.80	4.6	550.0	3629 1.0
20.04	10.0	20.77	4.7	575.0	3796 1.1
20.01	10.4	20.74	4.8	600.0	3962 1.1
19.98	10.9	20.72	4.9	625.0	4129 1.1
19.96	11.4	20.70	5.0	650.0	4296 1.2
19.94	11.8	20.67	5.1	675.0	4462 1.2
19.91	12.3	20.65	5.1	700.0	4629 1.3
19.89	12.8	20.63	5.2	725.0	4796 1.3
19.87	13.3	20.62	5.3	750.0	4962 1.4
19.86	13.8	20.60	5.4	775.0	5129 1.4
19.84	14.3	20.58	5.5	800.0	5296 1.5

CORRIDA 3

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	26	25	800
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	22.7562	26	0	82.22	2.308E-13
hor angle	red space	p amb	den p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	24.6664	0.00001000	0.0003	0.06	665600	0.002653
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	1e-5	24.6098	34.6	19.50	19.50	0.01164	0.01832
2	1e-5	24.6407	34.6	19.38	19.38	buoy flux	puff-ther
4	1e-5	24.6664	34.6	19.28	19.28	0.004333	544.9
5	1e-5	24.7785	34.6	18.84	18.84	jet-plume	jet-cross
6	1e-5	24.9014	34.6	18.35	18.35	27.69	211000
7	1e-5	25.1097	34.6	17.50	17.50	plu-cross	jet-strat
						1.226E+13	13.46
						plu-strat	
						9.387	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	0.3578	26.00	1.000	0.000
3.695	0.7126	22.64	1.998	0.8361
3.084	1.424	20.98	3.994	2.508
1.848	2.845	20.17	7.987	5.844
1.830	2.865	20.16	8.042	5.894 -> merging
1.500	3.232	20.09	8.862	6.768 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 62.63m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
20.09	8.9	20.09	8.9	25.00	303.9	0.1
20.09	8.9	20.09	8.9	50.00	720.5	0.2
20.07	9.1	20.08	9.0	75.00	1137	0.3
20.05	9.5	20.06	9.2	100.0	1554	0.4
20.01	10.0	20.04	9.5	125.0	1971	0.5
19.98	10.6	20.02	9.8	150.0	2387	0.7
19.95	11.2	20.01	10.1	175.0	2804	0.8
19.92	11.9	19.99	10.5	200.0	3221	0.9
19.89	12.6	19.97	10.8	225.0	3637	1.0
19.86	13.3	19.95	11.1	250.0	4054	1.1
19.84	14.1	19.94	11.4	275.0	4471	1.2
19.82	14.9	19.92	11.8	300.0	4887	1.4
19.79	15.7	19.91	12.1	325.0	5304	1.5
19.78	16.5	19.90	12.4	350.0	5721	1.6
19.76	17.3	19.89	12.7	375.0	6137	1.7
19.74	18.2	19.87	13.0	400.0	6554	1.8
19.73	19.0	19.86	13.3	425.0	6971	1.9
19.71	19.9	19.86	13.5	450.0	7387	2.1
19.70	20.8	19.85	13.8	475.0	7804	2.2
19.69	21.7	19.84	14.1	500.0	8221	2.3
19.68	22.6	19.83	14.4	525.0	8637	2.4
19.67	23.5	19.82	14.6	550.0	9054	2.5
19.66	24.5	19.81	14.9	575.0	9471	2.6
19.65	25.4	19.81	15.1	600.0	9887	2.7
19.64	26.4	19.80	15.4	625.0	10300	2.9
19.63	27.4	19.80	15.7	650.0	10720	3.0
19.62	28.4	19.79	15.9	675.0	11140	3.1
19.61	29.4	19.78	16.1	700.0	11550	3.2
19.61	30.4	19.78	16.4	725.0	11970	3.3
19.60	31.4	19.77	16.6	750.0	12390	3.4
19.59	32.5	19.77	16.8	775.0	12800	3.6
19.59	33.5	19.76	17.1	800.0	13220	3.7

CORRIDA 4

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	26	25	800
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	22.7562	26	0	82.22	0.04985
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	24.6664	0.06000	0.0003	0.06	110.9	0.002653
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	24.6098	34.6	19.50	19.50	0.01164	0.01832
2	0.06	24.6407	34.6	19.38	19.38	buoy flux	puff-ther
4	0.06	24.6664	34.6	19.28	19.28	0.004333	29.99
5	0.06	24.7785	34.6	18.84	18.84	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.9014	34.6	18.35	18.35	27.69	35.17
7	0.06	25.1097	34.6	17.50	17.50	plu-cross	jet-strat
						56.74	13.46
						plu-strat	
						9.387	
						CL conc>=	
plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis			
m	m			m			
4.000	0.3578	26.00	1.000	0.000			
3.697	0.7097	22.64	1.998	0.8350			
3.101	1.407	20.98	3.994	2.497			
1.939	2.765	20.17	7.987	5.789			
1.857	2.860	20.14	8.268	6.022	-> merging		
1.505	3.269	20.06	9.238	7.027	-> surface hit		

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 62.67m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
20.06	9.2	20.06	9.2	25.00	299.6	0.1
20.06	9.3	20.06	9.3	50.00	716.2	0.2
20.04	9.5	20.05	9.4	75.00	1133	0.3
20.02	9.9	20.04	9.6	100.0	1550	0.4
19.99	10.4	20.02	9.9	125.0	1966	0.5
19.96	11.0	20.00	10.2	150.0	2383	0.7
19.92	11.7	19.98	10.6	175.0	2800	0.8
19.90	12.4	19.96	10.9	200.0	3216	0.9
19.87	13.1	19.94	11.2	225.0	3633	1.0
19.84	13.9	19.93	11.6	250.0	4050	1.1
19.82	14.7	19.91	11.9	275.0	4466	1.2
19.80	15.5	19.90	12.3	300.0	4883	1.4
19.78	16.3	19.89	12.6	325.0	5300	1.5
19.76	17.2	19.88	12.9	350.0	5716	1.6
19.74	18.0	19.87	13.2	375.0	6133	1.7
19.73	18.9	19.85	13.5	400.0	6550	1.8
19.71	19.8	19.84	13.8	425.0	6966	1.9
19.70	20.7	19.84	14.1	450.0	7383	2.1
19.69	21.6	19.83	14.4	475.0	7800	2.2
19.68	22.6	19.82	14.7	500.0	8216	2.3
19.66	23.5	19.81	15.0	525.0	8633	2.4
19.65	24.5	19.80	15.2	550.0	9050	2.5
19.64	25.5	19.80	15.5	575.0	9466	2.6
19.64	26.5	19.79	15.8	600.0	9883	2.7
19.63	27.5	19.78	16.1	625.0	10300	2.9
19.62	28.5	19.78	16.3	650.0	10720	3.0
19.61	29.6	19.77	16.6	675.0	11130	3.1
19.61	30.6	19.77	16.8	700.0	11550	3.2
19.60	31.7	19.76	17.1	725.0	11970	3.3
19.59	32.7	19.76	17.3	750.0	12380	3.4
19.59	33.8	19.75	17.5	775.0	12800	3.6
19.58	34.9	19.75	17.8	800.0	13220	3.7

CORRIDA 5

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	26	25	800
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	22.7562	26	0	82.22	0.04985
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	24.6664	0.06000	0.0003	0.15	110.9	0.002653
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	24.6098	34.6	19.50	19.50	0.01164	0.01832
2	0.06	24.6407	34.6	19.38	19.38	buoy flux	puff-ther
4	0.06	24.6664	34.6	19.28	19.28	0.004333	29.99
5	0.06	24.7785	34.6	18.84	18.84	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.9014	34.6	18.35	18.35	27.69	35.17
7	0.06	25.1097	34.6	17.50	17.50	plu-cross	jet-strat
						56.74	13.46
						plu-strat	
						9.387	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	0.3578	26.00	1.000	0.000
3.697	0.7097	22.64	1.998	0.8350
3.101	1.407	20.98	3.994	2.497
1.939	2.765	20.17	7.987	5.789
1.857	2.860	20.14	8.268	6.022 -> merging
1.505	3.269	20.06	9.238	7.027 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 62.67m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
20.06	9.3	20.06	9.3	25.00	119.8	0.0
20.06	9.2	20.06	9.2	50.00	286.5	0.1
20.06	9.2	20.06	9.2	75.00	453.2	0.1
20.06	9.3	20.06	9.2	100.0	619.8	0.2
20.06	9.3	20.06	9.3	125.0	786.5	0.2
20.05	9.4	20.06	9.3	150.0	953.2	0.3
20.04	9.5	20.05	9.4	175.0	1120	0.3
20.04	9.6	20.05	9.5	200.0	1286	0.4
20.02	9.8	20.04	9.6	225.0	1453	0.4
20.01	10.0	20.03	9.7	250.0	1620	0.4
20.00	10.2	20.03	9.8	275.0	1786	0.5
19.99	10.4	20.02	9.9	300.0	1953	0.5
19.98	10.6	20.01	10.0	325.0	2120	0.6
19.96	10.9	20.00	10.2	350.0	2286	0.6
19.95	11.1	19.99	10.3	375.0	2453	0.7
19.94	11.4	19.99	10.4	400.0	2620	0.7
19.93	11.7	19.98	10.6	425.0	2786	0.8
19.91	11.9	19.97	10.7	450.0	2953	0.8
19.90	12.2	19.97	10.8	475.0	3120	0.9
19.89	12.5	19.96	11.0	500.0	3286	0.9
19.88	12.8	19.95	11.1	525.0	3453	1.0
19.87	13.1	19.95	11.2	550.0	3620	1.0
19.86	13.4	19.94	11.4	575.0	3786	1.1
19.85	13.7	19.93	11.5	600.0	3953	1.1
19.84	14.0	19.93	11.6	625.0	4120	1.1
19.83	14.3	19.92	11.8	650.0	4286	1.2
19.82	14.6	19.91	11.9	675.0	4453	1.2
19.81	15.0	19.91	12.0	700.0	4620	1.3
19.80	15.3	19.90	12.2	725.0	4786	1.3
19.79	15.6	19.90	12.3	750.0	4953	1.4
19.79	16.0	19.89	12.4	775.0	5120	1.4
19.78	16.3	19.89	12.6	800.0	5286	1.5

CORRIDA 6

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	30	25	600
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	21.4496	30	0	72.00	1.770E-13
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	23.9374	0.00001000	0.0003	0.06	665600	0.005056
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	1e-5	23.7968	34.6	22.5	22.5	0.01835	0.02389
2	1e-5	23.7968	34.6	22.5	22.5	buoy flux	puff-ther
4	1e-5	23.9374	34.6	22.0	22.0	0.005650	498.8
5	1e-5	24.1309	34.6	21.3	21.3	jet-plume	jet-cross
6	1e-5	24.6098	34.6	19.5	19.5	24.25	211000
7	1e-5	24.8640	34.6	18.5	18.5	plu-cross	jet-strat
						1.598E+13	10.72
						plu-strat	
						7.131	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	0.3578	30.00	1.000	0.000
3.696	0.7125	26.02	1.997	0.8357
3.084	1.424	24.09	3.993	2.507
1.845	2.843	23.23	7.983	5.840
1.826	2.864	23.23	8.039	5.889 -> merging
1.496	3.229	23.16	8.858	6.762 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 62.63m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time	
				m	sec	hrs
23.16	8.9	23.16	8.9	25.00	304.0	0.1
23.16	8.9	23.16	8.9	50.00	720.6	0.2
23.14	9.1	23.15	9.0	75.00	1137	0.3
23.12	9.5	23.13	9.2	100.0	1554	0.4
23.09	10.0	23.12	9.5	125.0	1971	0.5
23.05	10.6	23.10	9.8	150.0	2387	0.7
23.02	11.2	23.08	10.1	175.0	2804	0.8
22.99	11.9	23.06	10.5	200.0	3221	0.9
22.96	12.6	23.04	10.8	225.0	3637	1.0
22.94	13.3	23.03	11.1	250.0	4054	1.1
22.92	14.1	23.01	11.4	275.0	4471	1.2
22.89	14.9	23.00	11.8	300.0	4887	1.4
22.87	15.7	22.98	12.1	325.0	5304	1.5
22.86	16.5	22.97	12.4	350.0	5721	1.6
22.84	17.3	22.96	12.7	375.0	6137	1.7
22.82	18.1	22.95	13.0	400.0	6554	1.8
22.81	19.0	22.94	13.3	425.0	6971	1.9
22.79	19.9	22.93	13.5	450.0	7387	2.1
22.78	20.8	22.92	13.8	475.0	7804	2.2
22.77	21.7	22.92	14.1	500.0	8221	2.3
22.76	22.6	22.91	14.4	525.0	8637	2.4
22.75	23.5	22.90	14.6	550.0	9054	2.5
22.74	24.5	22.89	14.9	575.0	9471	2.6
22.73	25.4	22.89	15.1	600.0	9887	2.7

CORRIDA 7

tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	30	25	600
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	21.4496	30	0	72.00	0.03823
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	23.9374	0.06000	0.0003	0.06	110.9	0.005056
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	23.7968	34.6	22.5	22.5	0.01835	0.02389
2	0.06	23.7968	34.6	22.5	22.5	buoy flux	puff-ther
4	0.06	23.9374	34.6	22.0	22.0	0.005650	27.45
5	0.06	24.1309	34.6	21.3	21.3	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.6098	34.6	19.5	19.5	24.25	35.17
7	0.06	24.8640	34.6	18.5	18.5	plu-cross	jet-strat
						73.99	10.72
						plu-strat	
						7.131	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	0.3578	30.00	1.000	0.000
3.697	0.7096	26.02	1.997	0.8346
3.101	1.406	24.08	3.993	2.496
1.935	2.764	23.23	7.983	5.785
1.853	2.858	23.20	8.265	6.017 -> merging
1.526	3.237	23.13	9.170	6.947 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 62.63m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
23.13	9.2	23.13	9.2	25.00	300.9	0.1
23.13	9.2	23.13	9.2	50.00	717.5	0.2
23.12	9.4	23.12	9.3	75.00	1134	0.3
23.09	9.8	23.11	9.5	100.0	1551	0.4
23.06	10.3	23.09	9.8	125.0	1968	0.5
23.03	10.9	23.07	10.2	150.0	2384	0.7
23.00	11.6	23.05	10.5	175.0	2801	0.8
22.97	12.3	23.04	10.8	200.0	3218	0.9
22.95	13.0	23.02	11.2	225.0	3634	1.0
22.92	13.8	23.00	11.5	250.0	4051	1.1
22.90	14.6	22.99	11.8	275.0	4468	1.2
22.88	15.4	22.98	12.2	300.0	4884	1.4
22.86	16.2	22.96	12.5	325.0	5301	1.5
22.84	17.0	22.95	12.8	350.0	5718	1.6
22.82	17.9	22.94	13.1	375.0	6134	1.7
22.81	18.8	22.93	13.4	400.0	6551	1.8
22.80	19.7	22.92	13.7	425.0	6968	1.9
22.78	20.6	22.91	14.0	450.0	7384	2.1
22.77	21.5	22.91	14.3	475.0	7801	2.2
22.76	22.4	22.90	14.6	500.0	8218	2.3
22.75	23.4	22.89	14.9	525.0	8634	2.4
22.74	24.3	22.88	15.1	550.0	9051	2.5
22.73	25.3	22.88	15.4	575.0	9468	2.6
22.72	26.3	22.87	15.7	600.0	9884	2.7

CORRIDA 8

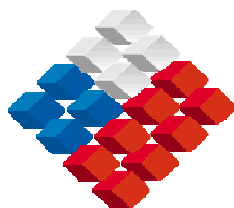
tot flow	# ports	port flow	spacing	effl sal	effl temp	far inc	far dis
14.72	22	0.6691	4	34.6	30	25	600
port dep	port dia	plume dia	total vel	horiz vel	vertl vel	asp coeff	print frq
4.0	0.4	0.3578	6.656	6.254	2.276	0.10	100
port elev	ver angle	cont coef	effl den	poll conc	decay	Froude #	Roberts F
1.8	20	0.8	21.4496	30	0	72.00	0.03823
hor angle	red space	p amb den	p current	far dif	far vel	K:vel/cur	Stratif #
45	2.828	23.9374	0.06000	0.0003	0.15	110.9	0.005056
depth	current	density	salinity	temp	amb conc	N (freq)	red grav.
0	0.06	23.7968	34.6	22.5	22.5	0.01835	0.02389
2	0.06	23.7968	34.6	22.5	22.5	buoy flux	puff-ther
4	0.06	23.9374	34.6	22.0	22.0	0.005650	27.45
5	0.06	24.1309	34.6	21.3	21.3	jet-plume	jet-cross
6	0.06	24.6098	34.6	19.5	19.5	24.25	35.17
7	0.06	24.8640	34.6	18.5	18.5	plu-cross	jet-strat
						73.99	10.72
						plu-strat	
						7.131	
						CL conc>=	

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	hor dis
m	m			m
4.000	0.3578	30.00	1.000	0.000
3.697	0.7096	26.02	1.997	0.8346
3.101	1.406	24.08	3.993	2.496
1.935	2.764	23.23	7.983	5.785
1.853	2.858	23.20	8.265	6.017 -> merging
1.526	3.237	23.13	9.170	6.947 -> surface hit

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)
Farfield dispersion based on wastefield width of 62.63m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		sec	hrs
23.13	9.2	23.13	9.2	25.00	120.4	0.0
23.13	9.2	23.13	9.2	50.00	287.0	0.1
23.13	9.2	23.13	9.2	75.00	453.7	0.1
23.13	9.2	23.13	9.2	100.0	620.4	0.2
23.13	9.2	23.13	9.2	125.0	787.0	0.2
23.12	9.3	23.13	9.3	150.0	953.7	0.3
23.12	9.4	23.12	9.3	175.0	1120	0.3
23.11	9.6	23.12	9.4	200.0	1287	0.4
23.10	9.7	23.11	9.5	225.0	1454	0.4
23.09	9.9	23.10	9.6	250.0	1620	0.5
23.07	10.1	23.10	9.7	275.0	1787	0.5
23.06	10.3	23.09	9.8	300.0	1954	0.5
23.05	10.5	23.08	9.9	325.0	2120	0.6
23.04	10.8	23.08	10.1	350.0	2287	0.6
23.03	11.0	23.07	10.2	375.0	2454	0.7
23.01	11.3	23.06	10.3	400.0	2620	0.7
23.00	11.6	23.05	10.5	425.0	2787	0.8
22.99	11.8	23.05	10.6	450.0	2954	0.8
22.98	12.1	23.04	10.7	475.0	3120	0.9
22.97	12.4	23.03	10.9	500.0	3287	0.9
22.96	12.7	23.03	11.0	525.0	3454	1.0
22.95	13.0	23.02	11.2	550.0	3620	1.0
22.94	13.3	23.01	11.3	575.0	3787	1.1
22.93	13.6	23.01	11.4	600.0	3954	1.1



**GOBIERNO DE CHILE
COMISION REGIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
IIª REGION DE ANTOFAGASTA**

**INFORME CONSOLIDADO DE EVALUACION
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**PROYECTO
“FUNDICION Y REFINERIA MEJILLONES”**

**PRESENTANDO POR
CODELCO CHILE**

ENERO DE 2003

Realizada la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) del Proyecto “**Fundición y Refinería Mejillones**”, sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.) por Codelco Chile, se informa lo siguiente:

I. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ACTIVIDAD.

1.1. - Objetivo del Proyecto.

El **Proyecto Fundición y Refinería Mejillones** (en adelante **Proyecto FRM**) tiene como principal objetivo la producción de cátodos de cobre, este proyecto pretende aprovechar las ventajas técnico - económicas de la operación de un complejo metalúrgico bajo un esquema moderno de gestión de negocios, del recurso humano y de la tecnología, utilizando la sinergia existente en la Bahía Mejillones del Sur con el Complejo Portuario, actualmente en construcción, con centrales generadoras de energía eléctrica que cuentan con capacidad disponible para el desarrollo de nuevos proyectos como FRM, con terminales de recepción, descarga de materia prima a granel y despacho de ácido sulfúrico, con redes de distribución de gas natural, instaladas con capacidad para cubrir los requerimientos establecidos por el Proyecto FRM, y con la vialidad actualmente existente, potenciada por el desarrollo del Complejo Portuario Mejillones.

1.2. - Localización del Proyecto.

El Proyecto FRM se ubicará en la II Región de Antofagasta, Provincia de Antofagasta, Comuna de Mejillones.

Espacialmente, el proyecto se materializará en los siguientes sectores.

- **Sector Complejo Fundición y Refinería Mejillones** (en adelante **Sector Fureme**): este sector, que comprende una superficie de 148 ha, se localiza a aproximadamente 7 km al noreste de la ciudad de Mejillones. En él se ubicarán las instalaciones asociadas a la fundición, la refinería electrolítica y la planta de tratamiento de efluentes industriales. De acuerdo al Plan Regulador de la Comuna de Mejillones, este sector se inserta dentro de la zona P1 definida como área portuario industrial.
- **Sector Depósito de Escorias Cerro Gris** (en adelante **Sector Cerro Gris**): este sector se ubica a aproximadamente 11 km. al sureste del sector Fureme, a un costado de la Quebrada Mejillones. Es aquí donde se dispondrán las escorias de descarte generadas en la fundición y otros residuos industriales sólidos generados en el Complejo. Este predio tiene una superficie total de 1.694 ha, de las cuales aproximadamente 100 ha se habilitarán inicialmente como botadero de escorias, denominándose a esta etapa **Cerro Gris 1**. Todas las obras que se indican en el presente proyecto corresponden a esta área, como así la evaluación ambiental que de ella se realiza.

Las coordenadas de ambos sectores son presentadas en las Tablas 1.1 y 1.2, y su ubicación en el contexto regional y comunal se puede apreciar en las Láminas 3.1-1 y 3.1-2 del Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 1.1. Coordenadas Vértices Sector Fureme		
Vértice	Norte	Este
A	7.448.376	359.870
B	7.447.607	360.392
C	7.446.544	359.196
D	7.447.318	358.678

Tabla 1.2. Coordenadas Vértices Sector Cerro Gris		
Vértice	Norte	Este
A	7.441.500	364.800
B	7.442.500	364.800
C	7.442.500	365.800
D	7.441.500	365.800

1.3. - Monto de Inversión del Proyecto.

El monto de la inversión necesaria para el desarrollo total del Proyecto, según los presupuestos realizados a la fecha, alcanzan los mil cien millones de dólares americanos (US \$ 1.100.000.000).

1.4. - Definición de Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto.

Debido al monto de inversión asociado a la ejecución del Proyecto FRM, Codelco Chile está considerando la participación de inversionistas extranjeros pertenecientes a la banca y/o a otras corporaciones mineras multinacionales. Por tal motivo, como todo proyecto de inversión, el Proyecto FRM supondrá el desarrollo de diversos estudios y análisis que pueden agruparse en dos fases: *preinversional* e *inversional*.

La *fase preinversional* contempla la revisión de las siguientes etapas: Estudio de Perfil, Ingeniería Conceptual, Estudio de Factibilidad Técnica y Económica e Ingeniería Básica.

La *fase inversional* considera la Ingeniería de Detalles, la Construcción, Montaje y la Puesta en Marcha.

El presente Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA) se ha realizado sobre la base del *Estudio de Factibilidad Técnica y Económica* del Proyecto FRM, el cual se ha realizado en forma paralela al desarrollo del EIA, constituyendo ambos documentos antecedentes necesarios a ser presentados a los futuros inversionistas del proyecto.

Debido a la temprana evaluación ambiental del proyecto, la componente ambiental ha pasado a constituirse en un criterio relevante de diseño del Proyecto.

Las etapas del Proyecto FRM consideradas en el presente estudio, corresponden a Construcción y Operación, según se indica:

- **Construcción:** comprende el Levantamiento de Información en Terreno, el desarrollo de los estudios de Ingeniería Básica y de Detalles, la adquisición de equipos, las actividades propias de la construcción y la puesta en marcha de los equipos.
- **Operación:** comprende el funcionamiento de la fundición y refinería electrolítica

No se contempla etapa de **Abandono** debido a que este tipo de plantas no tienen una vida útil predeterminada. Sólo es posible el abandono y desarme de equipos aislados, por razones de obsolescencia o deterioro por uso, los que son reemplazados por nuevos equipos.

El Levantamiento de la Información de Terreno, de apoyo a la Ingeniería, contempló las siguientes actividades:

- Levantamiento Topográfico.
- Estudio de Mecánica de Suelos, para especificación de Fundaciones.
- Estudio Geológico e Hidrogeológico.
- Estudio de la Vialidad interna e interacción Proyecto FRM con Complejo Portuario Mejillones.

1.4.1. - Principales Obras Físicas

Las principales obras físicas consideradas en el Proyecto FRM son:

- Sistema de recepción y almacenamiento de materias primas e insumos
- Dos líneas de secado de concentrado con dos secadores de vapor cada uno (4 secadores en total)
- Dos líneas de hornos de fusión de concentrados, conversión de metal blanco y limpieza de escorias;
- Dos líneas de refinación de cobre blister, cada una de ellas con tres hornos anódicos y una ruedas de moldeo tipo “Twin” a la que se adiciona una tercera rueda “Twin” de uso compartido;

- Una planta de refinación electrolítica de cobre anódico con tecnología de cátodos permanentes, la que contempla celdas comerciales de electrefinación, una planta piloto, y una planta de descubrización de electrolito;
- Dos plantas de limpieza de gases (PLG) de doble contacto;
- Dos plantas de oxígeno;
- Una planta de tratamiento de barros anódicos;
- Una planta de tratamiento integral de efluentes industriales;
- Un sitio de disposición permanente de escorias y otros residuos generados en el Complejo FRM;
- Una planta de tratamiento de las aguas servidas generadas durante la operación del Proyecto;
- Estructuras anexas (estanques, calderas, correas, túneles, etc);
- Áreas administrativas;
- Áreas de servicios.

Se ha definido el desarrollo del Proyecto FRM en dos etapas, la primera de las cuales (**Etapas 1**) considera la operación de una línea de fusión y dos líneas de conversión. Es decir, en la Etapa 1, el Complejo FRM tendrá una capacidad de procesamiento de aproximadamente 800.000 tpa de concentrados y 1.450.000 tpa de metal blanco.

La **Etapas 2** contempla la operación del Complejo FRM con dos líneas de fusión y dos líneas de conversión, sumando una capacidad de procesamiento de aproximadamente 1.600.000 tpa de concentrados y 1.450.000 tpa de metal blanco.

Para efectos de la presente evaluación ambiental se ha considerado la Etapa 2 del Proyecto, puesto que ésta constituye el peor escenario ambiental en términos de emisiones atmosféricas y generación de residuos sólidos, entre las principales externalidades negativas.

En el ANEXO IX del E.I.A. se presenta un Lay out general del Complejo FRM, en el que se pueden apreciar las obras físicas señaladas, describiéndose dichas áreas en las páginas 3-5, 3-6 y 3-7 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental.

1.4.2. - Línea de Producción

A continuación se indican los equipos por Línea de Producción del Proyecto FRM. Para una mejor comprensión del proceso se presenta en Lay out del Complejo FRM en el ANEXO IX del E.I.A.

- Dos Secadores de concentrado utilizando vapor como medio calefactor y dos tolvas de almacenamiento y alimentación asociados (1 tolva por cada Secador);
- Un Convertidor Teniente y tolvas asociadas: 1 tolva para cuarzo, 1 tolva para concentrado seco y 1 tolva para carga fría;
- Un Horno eléctrico para limpieza de escorias y tolvas asociadas: 1 tolva para carbón coque y 1 tolva para carga fría;
- Una planta de granallado escorias;
- Dos plantas de granallado metal blanco, una para CT y otra parte HELE;
- Tres hornos anódicos;
- Una rueda de moldeo tipo twin por línea, y una adicional compartida entre las dos líneas.

1.5. - Vida útil y Descripción Cronológica del Proyecto.

El desarrollo del E.I.A. ha considerado una vida útil del Proyecto de 25 años, la que corresponde al horizonte considerado en la evaluación económica del proyecto; por lo tanto luego de los 25 años señalados una nueva evaluación económica permitirá prolongar este plazo.

Como se indicó anteriormente, un proyecto de este tipo no tiene un abandono que considere un desgüase de todas las estructuras, sino más bien el desarme y reemplazo de algún equipo, por efecto de obsolescencia y/o deterioro. Por lo tanto, la vida útil tiene un valor nominal solamente.

En la Tabla 3.1-3 del E.I.A. se presenta el cronograma de actividades del Proyecto FRM, desde el desarrollo de los estudios de ingeniería básica y de detalle, hasta su puesta en marcha, programada para agosto del 2005, como marcha blanca, y a partir de enero de 2006, como operación normal.

1.6. - Descripción de la Etapa de Construcción.

La etapa de construcción del proyecto FRM, considerará el desarrollo progresivo de las siguientes instalaciones:

- Fundición (área de fusión y equipos asociados, por líneas)
- Refinería Electrolítica (por líneas)
- Plantas de Limpieza de Gases (PLG)
- Planta de Tratamiento Integral de Efluentes (PTIE)
- Plantas de Oxígeno
- Botaderos de escoria, escorodita y yeso
- Servicios Básicos (electricidad, agua, gas, etc.)
- Areas Administrativas
- Vías de Acceso
- Otros

El tiempo estimado para realizar la construcción del proyecto es de aproximadamente 29 meses, iniciándose las obras civiles a partir de agosto del 2003 para finalizar en diciembre del 2005. Aún cuando la puesta en marcha se inicia en agosto del 2005, las obras de construcción finalizan el último trimestre del mismo año y no interfieren con la puesta en marcha de los equipos en los meses en que estas actividades se traslapan.

Durante la Etapa de Construcción del Proyecto FRM existe un frente de trabajo principal, asociado al sector en que se ubicará el Complejo FRM (sector Fureme) y uno secundario, constituido principalmente por movimientos de tierra en el sector Cerro Gris 1. La superficie del sector Fureme alcanza a 148 ha, mientras que el sector Cerro Gris 1, tiene una superficie de 100 ha. Cabe señalar que Cerro Gris 1 se enmarca en un área total de 1.694 ha, de las cuales el proyecto ha contemplado como sitio de disposición de residuos, sólo el área de Cerro Gris 1.

1.6.1. - Fases de la Etapa de Construcción.

El proyecto FRM considera como todo proceso de construcción, el desarrollo de las siguientes fases:

- a) Licitación y adjudicación
- b) Instalación de faenas
- c) Excavaciones y movimiento de tierra
- d) Fundaciones y cimientos
- e) Construcción y montajes estructurales
- f) Instalación de red eléctrica, montaje mecánico y montaje de tuberías
- g) Prueba de equipos
- h) Puesta en marcha

1.6.2. - Requerimientos de Insumos y Servicios.

La construcción del Proyecto FRM demandará múltiples tipos de insumos y servicios, los que serán abastecidos tanto a nivel local, regional o desde otra área según sea necesario y de acuerdo a la oferta existente. Entre tales requerimientos se encuentran los servicios básicos de agua, electricidad, gas natural y otros servicios para el abastecimiento de

combustibles líquidos, mano de obra calificada y no calificada, transporte de personas, materiales y equipos y maquinarias pesada (principalmente grúas), soldadoras y compresores entre otros.

Una parte significativa de los insumos y materiales de construcción procederán de la Región de Antofagasta, mientras que los equipos de procesos provendrán fundamentalmente del extranjero.

1.6.2.1. - Servicios básicos para la Etapa de Construcción.

a) Agua.

Los principales usos que se le dará al agua en la fase de construcción corresponderán al consumo directo por los trabajadores, servicios higiénicos, casinos, preparación de hormigones y riego para el control de emisiones de material particulado, etc.

El agua potable será abastecida regularmente por camiones aljibes para ser almacenada en estanques plásticos en altura, desde donde será distribuida mediante una red de cañerías de PVC. Se solicitará a una empresa externa el abastecimiento de agua potable; suministro que deberá cumplir con lo dispuesto en el D.S. N° 594 “*Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo*” y la Norma NCh 409/84.

b) Alcantarillado

Durante la etapa de construcción se habilitará un sistema de alcantarillado modular provisorio que permita recolectar las aguas domésticas procedentes de las instalaciones como casinos, baños y casas de cambio.

El sistema de alcantarillado será conducido a una planta de tratamiento de aguas servidas modular del tipo ECOJET, desde la cual se generará un efluente líquido purificado, el que podrá ser utilizado en alguna de las actividades constructivas demandadoras de agua, y un residuo sólido inertizado el que será conducido a un botadero autorizado.

El manejo y mantención de la planta de tratamiento de aguas servidas lo realizará una empresa externa especializada en el área, y que cuente con todas las autorizaciones ambientales y sanitarias correspondientes.

c) Servicios higiénicos

Se habilitarán baños químicos para el personal que trabajará en las diferentes áreas del proyecto. La cantidad y condiciones de los baños cumplirán con las disposiciones establecidas en los Artículos 21 al 26 del D.S. N° 594/99. Las instalaciones de servicios higiénicos, considerarán la habilitación de duchas, lavamanos y salas de cambio. La mantención y limpieza de los servicios higiénicos la realizará una empresa externa especializada en el área.

d) Electricidad

Los principales usos que se le dará a la electricidad están relacionado con el suministro de energía a las instalaciones generales (oficinas, casinos, bodegas, iluminación), equipos de soldadura y motores. El suministro eléctrico provendrá inicialmente de la operación de generadores a combustión de petróleo. Posteriormente una vez realizados los empalmes industriales, se tendrá un abastecimiento regular del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

1.6.2.2. - Combustibles

El combustible que se utilizará para los equipos y maquinaria será petróleo diesel y su suministro será provisto por empresas locales, mediante camiones. El estanque de almacenamiento será subterráneo y cumplirá con todas las especificaciones técnicas tanto

estructurales como de instalación dentro del recinto. La frecuencia de abastecimiento dependerá del consumo de combustible de cada servicio el cual a su vez dependerá de los requerimientos de la empresa encargada de la construcción.

Se exigirá contractualmente al contratista encargado de la construcción del Complejo FRM el cumplimiento y la consideración de los criterios y normativas incluidas en el *Reglamento sobre Almacenamiento de Combustibles derivados del Petróleo*, contenidos en el DS 90/1966 y 379/85, ambos del Ministerio de Economía.

1.6.2.3. - Transporte

a) Transporte de materiales y equipos

Los materiales requeridos para la construcción de la Fundición y Refinería Mejillones serán transportados en camiones desde la ciudad de Antofagasta y/o ciudades cercanas a Mejillones, según sean las condiciones de mercado y disponibilidad. La excepción la constituirían, aquellos materiales que por sus características técnicas o específicas no se encuentren en la zona. Estos serán traídos desde donde sea pertinente, por vía terrestre o marítima.

Los principales materiales requeridos durante la construcción, corresponderán a: cemento, áridos, planchas y perfiles de acero, fierro de construcción, tubería de acero y PVC, madera, pinturas y materiales de revestimiento, cables eléctricos, entre otros. Los materiales de empréstito para relleno, serán comprados a empresas especializadas. Cabe señalar que se estima adquirir estructuras prearmadas y que son de relativa fácil instalación.

La Tabla 1.3. detalla los flujos de camiones estimados durante la etapa de construcción, correspondientes al transporte de materias primas e insumos.

Tabla 1.3.
Flujos viales debido a transporte de Materias Primas e Insumos – Etapa Construcción

TIPO VEHÍCULO	VIAJES/DÍA	ORIGEN - DESTINO	HORA MOVIMIENTO
Camiones	10	Antofagasta - Mejillones	8:00-17:00
	49	Santiago - Mejillones	8:00-17:00
	10	Mejillones - Antofagasta	8:00-17:00
	49	Mejillones - Santiago	8:00-17:00
Total	118		

FUENTE: DICTUC - SNC Lavalin

Los principales equipos que se instalarán en el complejo, procederán fundamentalmente desde el extranjero, razón por lo cual llegarán por vía marítima y terrestre.

Para efectuar el transporte, por vía terrestre, de equipos de grandes dimensiones o cuyo peso exceda los límites establecidos en la normativa vigente, se procederá de acuerdo a los requerimientos de la Dirección de Vialidad y Carabineros de Chile.

b) Transporte de personal.

Una significativa cantidad de trabajadores que participará en la construcción, será trasladada en buses desde y hacia el área del proyecto, mientras que el resto, efectuará su traslado en vehículos menores.

El traslado de la mano de obra implica la utilización de 40 buses y 166 camionetas en forma diaria. En la Tabla 1.4. se muestran los flujos generados en la Etapa de Construcción, producto de las actividades de traslado del personal, los que se asume, provienen de Tocopilla, Mejillones y Antofagasta, en las cantidades indicadas, si se movilizará desde Antofagasta entre 60 y 65% de los vehículos, de Tocopilla, entre 10 y 15% y desde Mejillones, entre 25 a 30%.

Tabla 1.4.
Demanda de viajes por traslado de mano de obra - Etapa de Construcción

ZONA ORIGEN – DESTINO	CAMIONETAS (VEH/HR)	BUSES (VEH/HR)
Antofagasta – Proyecto FRM	100	25
Mejillones – Proyecto FRM	50	10
Tocopilla – Proyecto FRM	16	5
Total	166	40

FUENTE: Elaboración del titular en el E.I.A. propia a partir de la Información de DICTUC-SNC

Se licitará el servicio de traslado de personal en buses, a una empresa externa, que cumpla con los requerimientos de Codelco para este tipo de servicio.

1.6.2.4. - Requerimientos de mano de obra

La construcción del Proyecto FRM demandará la creación aproximada de 2.500 empleos en forma directa, durante el periodo peak de la construcción, parte importante de estos trabajadores provendrán de las localidades de Mejillones, Antofagasta u otras localidades vecinas, como Tocopilla y Calama.

El personal que se empleará en esta etapa se puede clasificar en dos grupos; el primero de ellos será mano de obra no especializada y el segundo mano de obra especializada.

El personal no especializado, realizará principalmente las actividades de hormigoneado, enfierradura, carpintería, albañilería, pinturas y diversas tareas de asistencia en aseos industriales y domésticos, bodegas y servicios generales.

Las personas con especialización, se emplearán preferentemente como jefes de obra, topógrafos, soldadores, mecánicos, eléctricos, ingenieros, supervisores y empleados administrativos.

Codelco exigirá contractualmente a las empresas constructoras y contratistas en general, la obligación de consultar durante los procesos de contratación de mano de obra, los antecedentes laborales que pongan a disposición las autoridades locales.

1.6.2.5. - Servicio de alimentación y casinos

El proyecto considera la habilitación temporal de casinos, donde se entregarán los servicios de alimentación al personal que participará en la construcción del proyecto. Tal servicio será provisto por una empresa externa especializada, la cual debe poseer las respectivas autorizaciones sanitarias. El proveedor de los servicios de alimentación, será el responsable de la mantención de casinos en condiciones higiénicas y el manejo de los residuos de alimentación en las instalaciones destinadas para estos.

1.7. - Descripción De La Etapa de Operación.

Para la descripción de la **Etapa de Operación** se han considerado los diversos procesos productivos que componen el Proyecto FRM, desde el ingreso de las materias primas e insumos hasta la salida de los productos finales, los que se han agrupado en las siguientes etapas o procesos principales:

- *Fundición;*
- *Refinación Electrolítica;*
- *Tratamiento Integral de Efluentes Industriales;*
- *Procesos Complementarios:* plantas de gases metalúrgicos, de oxígeno y planta de tratamiento de aguas servidas.

La Fundición y Refinería Mejillones se ha diseñado para una capacidad de procesamiento modular aproximado de hasta 1.600.000 toneladas por año (tpa) de concentrado y 1.450.000 tpa de Metal Blanco granulado externo.

El proceso de Fundición contempla el uso de tecnologías pirometalúrgicas. La fusión se realizará en dos **Convertidores Teniente (CT)** y la etapa de conversión en dos **Hornos Flash de Conversión Instantánea (FCF)**, tecnología Outokumpu / Kennecott de conversión continua de Metal Blanco a Cobre Blister.

El cobre blister producido será refinado en seis **Hornos Anódicos** para una producción total de la Fundición de hasta 1.820.000 tpa de ánodos. Del total de los ánodos producidos por la fundición, la mayor parte (equivalente a 1.600.000 tpa, descontado la recirculación por concepto de restos de ánodos) alimentará a la Refinería Electrolítica la cual permitirá producir, mediante la tecnología de cátodos permanentes, hasta 1.135.000 tpa de cátodos de cobre grado A, considerando 40.000 tpa de ánodos externos. La diferencia de ánodos, equivalente a 480.000 tpa, será enviada vía terrestre hacia la refinería de Chuquicamata.

Se considera el desarrollo del proyecto en dos fases, en la primera de las cuales se alcanzará una capacidad de procesamiento de aproximadamente 800.000 tpa de concentrado (considerando sólo una línea de fusión) y del orden de 1.450.000 tpa de Metal Blanco granulado externo, para llegar a producir en Mejillones hasta 880.000 tpa de cátodos grado A, bajo los mismos considerandos de envíos y recepciones del caso anterior. En la segunda fase del Proyecto se alcanzará la capacidad máxima de procesamiento tanto de la Fundición como de la Refinería Electrolítica, mediante la incorporación de la segunda línea de fusión en la Fundición.

Debido a que la generación de residuos sólidos y de emisiones atmosféricas es directamente proporcional a la cantidad de material procesado, se considera en la presente evaluación ambiental el escenario planteado en la Fase 2 del proyecto, esto es considerando las máximas capacidades de diseño del Proyecto FRM.

A continuación se indica el manejo que se realizará con las materias primas e insumos, la descripción de cada uno de los procesos unitarios y globales contemplados en el Proyecto FRM, el detalle de los productos finales e intermedios obtenidos, la mano de obra considerada, los medios y vías de transporte utilizados en el suministro de insumos y materias primas y en el despacho de productos, y la forma de manejo y disposición final de las emisiones atmosféricas y los residuos sólidos y líquidos generados por el Proyecto, dando cumplimiento con ello a lo establecido en el D.S. 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

En el **ANEXO IX** del Estudio de Impacto Ambiental se puede apreciar el lay out del proyecto donde se presenta la disposición espacial que tendrán los diversos equipos y procesos considerados en el Complejo FRM, además de los planos detallados de las áreas Fundición, Refinería, PTIE y Disposición de residuos sólidos industriales en Cerro Gris 1.

1.7.1. - Suministro y Manejo de Materias Primas, Insumos y Servicios

Los procesos productivos considerados en el Complejo FRM requerirán diversas materias primas e insumos cuyos orígenes y características son descritos en el presente ítem.

Respecto a las **materias primas**, para el proceso de Fundición se requerirán concentrados de cobre y metal blanco, mientras que en la refinería electrolítica se requerirán ánodos de cobre.

Respecto a los **insumos**, el Complejo FRM se deberá abastecer con servicios (combustibles, energía eléctrica, agua) y otros insumos específicos de los diversos procesos como fundentes, ácido sulfúrico, floculantes, etc.

A continuación se presentan una serie de antecedentes que dicen relación con origen y composición de las materias primas:

1.7.1.1. - Materias Primas.

Para el proceso de **Fundición**, las principales materias primas requeridas corresponden a Concentrados de Cobre y Metal Blanco.

La capacidad de fusión del Complejo FRM es de 1.600.000 tpa de concentrado húmedo de cobre, el que podría ser abastecido según el detalle incluido en la Tabla siguiente:

Tabla 1.5. Origen de Concentrados que abastecerán a Fundición Mejillones.

FUENTE	TONELADAS POR DÍA	APORTE PORCENTUAL %
División Andina	2.023	41,9
Escondida	1.497	31,0
Collahuasi	411	8,5
Candelaria	270	5,6
Pelambres	270	5,6
Mantos Blancos	222	4,6
Los Bronces	135	2,8

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

Las fuentes de concentrados indicadas en la Tabla 1.5. corresponden a aquellas consideradas en el *Estudio de Factibilidad Técnica y Económica* del Proyecto FRM y son referenciales, pudiendo durante la operación obtenerse esta materia prima desde alguna otra fuente no considerada en dicha tabla.

Debido a que los distintos orígenes que tendrán los concentrados a procesar en la fundición, se considera en el lay out del Complejo FRM un domo de mezcla de concentrados que permita alimentar a las unidades de fusión con una materia prima homogénea en términos de sus constituyentes. De acuerdo a los criterios de diseño de los CT, la composición de esta mezcla de concentrados corresponde a la indicada en la tabla siguiente:

Tabla 1.6. Composición de Concentrados a procesar en Fundición

COMPONENTE	APORTE	COMPONENTE	APORTE
Cobre	34,3 %	CaO	0,433 %
Hierro	22,6 %	MgO	0,12 %
Azufre	31,5 %	Otros	2,2 %
Zinc	0,24 %	Au	1,46 ppm
Arsénico	0,12 %	Ag	85,72 ppm
Molibdeno	0,31 %	Se	67 ppm
SiO ₂	5,44 %	Te	8 ppm
Al ₂ O ₃	2,72 %	F	5 ppm

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

Respecto al Metal Blanco a procesar en las unidades de conversión, éste provendrá de las unidades de fusión de la Fundición Mejillones y desde otras fundiciones de Codelco Chile. En la tabla siguiente se detallan las potenciales fuentes de metal blanco consideradas, además de la composición respectiva:

Tabla 1.7. Origen y Composición de Metal Blanco

FUENTE	VOLUMEN		COMPOSICIÓN				
	tpd	tpa	Cu	S	As	Fe	Otros
Fundición Mejillones*	2.441	829.933	75,30 %	19,78 %	0,21 %	5,75 %	1,05 %
Fundición Caletones	2.646	873.022	72,50 %	21,00 %	0,25 %	5,57 %	0,68 %
Fundición Potrerillos	1.050	346.326	72,50 %	21,00 %	0,25 %	5,42 %	0,84 %
Fundición Chuquicamata	726	239.540	72,50 %	21,00 %	0,47 %	4,91 %	1,12 %

(*) considerando el metal blanco producido en los CT y los HELE. La composición de este metal blanco corresponderá al promedio ponderado de las composiciones de MB producido tanto en el CT como en el HELE.

FUENTE: Codelco PFRM.

Con relación a la **Refinería Electrolítica**, la principal materia prima requerida corresponde a ánodos de cobre, los cuales serán abastecidos mayormente por la Fundición Mejillones y minoritariamente por otras fundiciones, como la Fundición de Altonorte de Noranda, ubicada en La Negra, IIª Región, entre otras. La tabla siguiente detalla las cantidades de ánodos que serán suministradas a la refinería desde estas dos fuentes:

Tabla 1.8 Potencial Origen de Ánodos de Cobre.

FUENTE	VOLUMEN
Fundición Mejillones	1.345.366 tpa.
Fundición Altonorte	40.000 tpa.

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

El titular señala en el Adenda 01 que el manejo de los concentrados al interior del Complejo Portuario Mejillones, que debería incluir a lo menos: Recepción, traspaso y transporte, no forma parte de la presente evaluación, ya que el Proyecto considera que el Complejo Portuario Mejillones, o la instalación portuaria que en definitiva recepcione estos materiales, deberá disponer de las instalaciones que permitan un adecuado manejo ambiental de él.

1.7.1.2. - Insumos

En el presente acápite se describen los insumos requeridos por los distintos procesos considerados en el Proyecto FRM, indicando el volumen requerido y la fuente de abastecimiento. El detalle de estos insumos se muestra en las Tablas 1.9, 1.10 y 1.11 siguientes:

Tabla 1.9
Insumos requeridos durante operación del Proceso de Fundición -Proyecto FRM

PROCESO DE FUNDICIÓN – ETAPA DE FUSIÓN DE CONCENTRADOS Y LIMPIEZA DE ESCORIA			
INSUMO	UNIDAD	VOLUMEN	POTENCIAL FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Fundente Silíceo	Tpd	467,6	Distrito Minero de la Segunda Región
Carbón Coque	Tpd	20,6	Mercado Nacional
Gas Natural	Nm³/h	3.165	Gasoducto directo a Complejo FRM
Oxígeno Técnico (95% O₂)	Nm³/h	22.852	Plantas de Oxígeno Complejo FRM
Aire enriquecido (38% O₂)	Nm³/h	111.706	Mezcla entre aire de proceso y oxígeno
Aire de proceso	Nm³/h	126.822	Compresores de Complejo FRM
Energía Eléctrica	MW/h	43,96	Subestación Complejo FRM, abastecida por centrales térmicas ubicadas en Mejillones
PROCESO DE FUNDICIÓN – ETAPA DE CONVERSIÓN DE METAL BLANCO Y REFINACIÓN DE BLISTER			
INSUMO	UNIDAD	VOLUMEN	POTENCIAL FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Fundente Silíceo	Tpd	24	Distrito Minero de la Segunda Región

Fundente Calcáreo	Tpd	154,4	Distrito Minero de la Segunda Región
Gas Natural	Nm³/h	13.242	Gasoducto directo a Complejo FRM
Oxígeno Técnico (95% O ₂)	Nm³/h	45.780	Plantas de Oxígeno Complejo FRM
Aire enriquecido (38% O ₂)	Nm³/h	88.242	Mezcla entre aire de proceso y oxígeno
Aire de proceso	Nm³/h	45.451	Compresores de Complejo FRM
Energía Eléctrica	MW/h	17,05	Subestación Complejo FRM, abastecida por centrales térmicas ubicadas en Mejillones

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

Tabla 1.10

Insumos requeridos durante operación del Proceso de Refinería Electrolítica - Proyecto FRM

INSUMO	UNIDAD	VOLUMEN	POTENCIAL FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Ácido Sulfúrico	Tpd	217,3	Plantas de ácido sulfúrico del Complejo FRM
Cola	Kg/d	109	Importado desde el extranjero
Tiourea	Kg/d	188	Mercado nacional
Avitone	Kg/d	94	Importado desde el extranjero
Sal	Kg/d	84	Mercado nacional
Oxígeno Técnico (95% O ₂)	Tpd	0,7	Plantas de ácido sulfúrico del Complejo FRM
Aire de Proceso	Nm³/h	1.100	Compresores de Complejo FRM
Vapor de Agua	Tpd	1.250	Calderas enfriadoras de gases del CT y/o del
Energía Eléctrica	MW/h	85,44	Subestación Complejo FRM
Agua de Proceso	Tpd	1.316	Condensado de vapor de agua utilizado en
Agua Desmineralizada	Tpd	38	Empresa sanitaria Regional
Agua Industrial	Tpd	21	Empresa sanitaria Regional
Agua potable	Tpd	60	Empresa sanitaria Regional

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

Tabla 1.11

Insumos requeridos durante operación de Planta de Tratamiento de Efluentes - Proyecto FRM

INSUMO	UNIDAD	VOLUMEN	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Bisulfito de Amonio	Tpd	0,6	Mercado nacional
Caliza	Tpd	167,0	Distrito Minero de la Segunda Región
Cal	Tpd	29,7	Distrito Minero de la Segunda Región
Floculantes	Kg/d	2,1	Mercado nacional
Ácido Sulfúrico	Tpd	8,9	Plantas de ácido sulfúrico del Complejo FRM
Oxígeno técnico (95% O ₂)	Nm³/h	1408,4	Plantas de Oxígeno del Complejo FRM
Aire de proceso	Nm³/h		Compresores de Complejo FRM
Vapor de agua	Tpd	275,4	Calderas enfriadoras de gases del CT y/o del

FUENTE: Codelco Chile PFRM.

Respecto del suministro de agua, se ha considerado el escenario más probable que esta sea a través de la empresa ESSAN S.A., en el Anexo 1 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental se muestra un detalle de los consumos por procesos.

El proyecto no incorpora la evaluación ambiental del suministro de energía eléctrica, agua potable e industrial y de gas natural, las cuales deberán cumplir en lo que les compete la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

a) Insumos peligrosos

Debido a las características de los procesos que se desarrollaran en el Complejo FRM, se requiere el empleo de insumos que con considerados sustancias peligrosas. Una sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc. Los criterios que normalmente definen la peligrosidad son la inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, patogenicidad y radiactividad (*Norma Chilena 382 OF. 98 Sustancias Peligrosas – Terminología y Clasificación General*).

Los insumos considerados como sustancias peligrosas que se emplearán en la operación del Complejo FRM son principalmente aceites y lubricantes para las diversas maquinarias y vehículos, cal para la planta de tratamiento de efluentes, ácido sulfúrico para la refinería electrolítica e hidróxido de sodio para los scrubbers.

1.7.1.3. - Servicios

a) Electricidad

El consumo de energía eléctrica total del Complejo FRM alcanzará una demanda de 215 MW, lo que considera el consumo de la Fundición (61 MW), de la Refinería Electrolítica (85 MW), de la PTIE (12 MW), de la Planta de ácido (16 MW), de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (4 MW), de las Plantas de Oxígeno (16 MW), de los compresores (10 MW) y de los edificios administrativos e iluminación interna (10 MW). Esta demanda de energía eléctrica será cubierta por las centrales termoeléctricas actualmente existentes en el área de Mejillones (Edelnor y Atacama), las cuales cuentan con la capacidad disponible suficiente para satisfacer los requerimientos del Proyecto FRM.

b) Agua Potable e Industrial

El consumo total de agua en el Complejo FRM alcanzará a 1.000 m³/h, el cual será entregado por la empresa sanitaria regional, u otro contratista que cuente con los permisos correspondiente y la disponibilidad de recursos y la experticia en el tema. El proyecto no contempla en esta etapa la extracción de agua de mar.

Se acoge observación, el abastecimiento de agua a la Fundición y Refinería Mejillones no forma parte de la Evaluación Ambiental del Proyecto.

c) Petróleo Diesel Nº 2

Se considera un consumo anual de 660 m³ de petróleo diesel Nº 2, el que se utilizará como combustible por los vehículos de carga que circulen al interior del Complejo FRM. Se construirán tres estanques de acumulación de combustible; dos con capacidad de 50 m³ y uno con capacidad de 5 m³.

d) Gas natural

El volumen anual de consumo alcanza a 127 millones de m³, aproximadamente. El suministro de gas natural será proporcionado por terceros. La red completa y los estanques (de ser requeridos) serán responsabilidad de la compañía proveedora.

1.7.2. - Descripción de Procesos Unitarios

1.7.2.1. - Proceso de Fundición.

El objetivo primario del proceso de **FUNDICIÓN** consiste en producir ánodos de cobre a partir de concentrados de cobre y metal blanco. Para lograr este objetivo es necesario separar el elemento cobre del fierro, azufre y otras impurezas contenidas en el concentrado a través de

un proceso pirometalúrgico que se caracteriza por realizarse a altas temperaturas (1.150–1.300°C). El proceso considera etapas consecutivas de **Fusión, Conversión y Refinación**, las que permitirán incrementar progresivamente la ley o pureza (contenido de cobre) del material sometido al proceso, desde el 30% inicial en el concentrado, hasta el 99,5% presente en el ánodo.

La descripción del proceso de fundición que se utilizará en el Complejo FRM se explicita en el numeral 3.4.2.1. del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental, señalando las operaciones unitarias que conforman dicho proceso, de acuerdo al Diagrama de Flujos mostrado en la Figura 3.3-1 del E.I.A. De acuerdo a éste, las principales etapas consideradas en el proceso de fundición son las siguientes:

- Recepción y Manejo de Materias Primas e Insumos;
- Secado de Concentrados;
- Alimentación de Concentrados al CT;
- Fusión de Concentrados;
- Limpieza de Escorias;
- Granallado de Metal Blanco y Escorias;
- Preparación y Manejo de Metal Blanco;
- Conversión de Metal Blanco;
- Refinación y Moldeo de Ánodos; y
- Plantas de Limpieza de Gases.

Los principales procesos relacionados con aspectos ambientales, referentes a tratamiento de gases, riles y rises son los siguientes:

a) **Plantas de Limpieza de Gases**

El objetivo fundamental de la Planta de Limpieza de Gases es acondicionar los gases metalúrgicos primarios para su utilización como insumo en la producción de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Para ello el Complejo FRM contará con dos Plantas de limpieza de gases de doble contacto y doble absorción con una capacidad de producción conjunta de 2.500.000 tpd, aproximadamente, de ácido sulfúrico.

Los gases emitidos por el CT están compuestos principalmente por SO_2 , humo y vapores metálicos y partículas de cobre arrastradas. Respecto a los gases provenientes del FCF, estos están compuestos fundamentalmente de SO_2 y material particulado.

Ambos gases primarios, luego de pasar por los respectivos precipitadores electroestáticos, se juntan en una cámara de mezcla común desde donde son conducidos a las plantas de limpieza de gases.

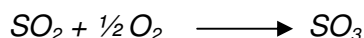
El proceso de producción de ácido sulfúrico se lleva a cabo en tres fases: purificación de gases, oxidación catalítica de SO_2/SO_3 y absorción, que se aprecian en la Figura 3.3-4 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental.

La etapa de purificación o limpieza de gases tiene por objetivo acondicionar el gas, retirando todos aquellos compuestos cuya presencia pueda significar una merma en la eficiencia de producción de ácido sulfúrico o un daño al catalizador, en particular el material particulado y enfriándolo según las necesidades del proceso. Para ello, se contará con una torre de lavado que permitirá el enfriamiento y limpieza de sólidos y humos metálicos arrastrados, una sección de precipitadores de neblina húmeda y una torre de secado, donde son mezclados con aire de dilución hasta alcanzar un contenido medio de 14% de SO_2 , apto para ser enviado a la sección de contacto u oxidación.

Producto del proceso de limpieza de gases se genera un residuo líquido que contendrá la totalidad del arsénico y trazas de otros elementos metálicos volatilizados en la fundición y presente en los gases sometidos a tratamiento. Este ril será conducido a la *Planta de*

Tratamiento Integral de Efluentes Industriales del Complejo FRM a una razón aproximada de 1.800 m³/d.

En la sección de contacto, el SO₂ contenido en el gas se oxida a SO₃ mediante el empleo de un catalizador de vanadio y cesio (óxidos de vanadio y cesio) según la siguiente reacción:



Esta ecuación es una reacción de equilibrio, que no se lleva a cabo hasta completarse. Además es una reacción exotérmica, de modo que el porcentaje de conversión en el equilibrio es mayor a temperaturas bajas que a las altas. Por esta razón, es necesario reducir la temperatura del SO₃ para lo cual la reacción se lleva a cabo en tres o cuatro lechos separados de catalizador, con intercambiadores de calor entre ellos.

El SO₃ generado en la etapa de contacto pasa a una torre de absorción, en donde se combina con ácido sulfúrico concentrado al 98%, formando más ácido sulfúrico según la reacción:



La energía requerida para la operación del soplador principal de la planta es proporcionada por una turbina que utiliza vapor proveniente de la recuperación de calor generado en las etapas de conversión del SO₂ a SO₃.

El ácido producido es bombeado a 5 estanques de almacenamiento de 20.000 ton cada uno, desde donde se distribuye al mercado vía marítima y terrestre.

Las plantas de limpieza de gases del Complejo FRM serán especificadas para alcanzar una eficiencia de conversión de SO₂ a SO₃ de hasta un 99,83%.

1.7.2.2. - Proceso de Refinación Electrolítica

El objetivo primario de la **refinación electrolítica** es aumentar la pureza del cobre obtenido en la fundición a través de un proceso electrolítico en el cual el cobre anódico (99,61% de cobre) es disuelto y depositado electrolíticamente sobre cátodos permanentes de acero inoxidable (blanks) formando cobre catódico, con una pureza de 99,98%. Las impurezas presentes en los ánodos son precipitadas como compuestos insolubles o permanecen en solución en el electrolito, sin codepositarse en los cátodos, cuando se mantienen los parámetros operacionales adecuados.

Los principales insumos del proceso de refinación electrolítica son ánodos de cobre, ácido sulfúrico y energía eléctrica. Los productos generados corresponden a **Cátodos de Cobre Grado A** (según Norma Internacional) y **Barros Anódicos Descubrizados** (BAD).

La refinería electrolítica del Complejo FRM tendrá una capacidad productiva de 1.135.000 ton de cátodos de cobre por año, en su máxima capacidad (Fase 2), considerando para ello el procesamiento de 1.345.000 ton de ánodos proveniente de la propia fundición del Complejo FRM y 40.000 ton de ánodos provenientes de otras fundiciones. La producción de barras anódicos descubrizados alcanzará un volumen aproximado de 2.100 tpa.

La Refinería Electrolítica Mejillones comprenderá un área central donde se realiza el proceso de electrowinning (Nave Electrolítica), una zona de transferencia y un área de máquinas, complementado por instalaciones anexas donde se ubicarán los procesos de descubrización y de tratamiento de barro anódico.

En el numeral 3.4.2.2. del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se describen los tres principales procesos considerados en la Refinería Mejillones, correspondientes a la *Electrowinning de Cobre Anódico*, *Descubrización del Electrolito* y *Tratamiento de Barros Anódicos* los que se pueden apreciar en el diagrama de flujos de la Figura 3.3-5 del Estudio de Impacto Ambiental.

a) Tratamiento de Barros Anódicos

El drenaje ubicado en el fondo de las celdas comerciales sirve para extraer la acumulación del barro anódico producido durante el ciclo anódico de 20 días y que se ha decantado en la celda. Tal extracción es realizada durante el proceso de renovación total.

El volumen de pulpa de barros anódicos crudos (BAC) removidos desde las celdas comerciales de electrorrefinación alcanza los 1,68 m³ con un 2,6 % de sólidos. El drenado se realiza en varias celdas al mismo tiempo y luego el BAC remanente es empujado con agua y sacado a través del drenaje de cada celda.

La pulpa obtenida es colectada por un sistema de ductos con pendiente apropiada para arrastrar la pulpa hacia los estanques colectores de barros. Estos son agitados y bombeados hacia la **Planta de Tratamiento de Barros Anódicos** (en adelante **PTBA**) por bombas de transferencia instaladas para este efecto.

El barro anódico se extrae desde las celdas comerciales de refinería al final de cada ciclo anódico, caracterizándose por los contenidos de metales preciosos, selenio, telurio, y materiales insolubles del moldeo de ánodos.

Los barros anódicos serán tratados en instalaciones propias ubicadas en un área separada, anexa al edificio principal de la nave electrolítica, y el producto final será un barro anódico descobrizado seco envasado en tambores.

La primera etapa del proceso de tratamiento consiste en una separación sólido – líquido en espesadores, previo ingreso de floculantes, a partir de la cual el líquido sobre nadante retornará a refinería una vez filtrado. La pulpa espesada resultante será filtrada y lavada de forma que se minimice la cantidad de cobre en solución.

A partir del queque obtenido en la filtración, se acondiciona una pulpa con agua la que es sometida a un proceso de lixiviación ácida en autoclave a presión en presencia de oxígeno, lo que permite la extracción del cobre contenido en la pulpa. Esta reacción ocurre a una temperatura de entre 130 y 145°C, la que se logra mediante la inyección de vapor de agua.

Producto de esta reacción de lixiviación, se generan gases los que son captados en scrubbers antes de su emisión a la atmósfera.

Posterior a la lixiviación, la pulpa será descargada a un estanque flash que contendrá agua, de manera de evitar la cristalización del cobre soluble. Esta pulpa será sometida a una segunda separación sólido – líquido, de la cual el líquido claro será enviado a la **Planta de Tratamiento Integral de Efluentes**, mientras el sólido, correspondiente a barro anódico descobrizado, es secado, disgregado y envasado para su posterior comercialización por sus contenidos de oro y plata, con una humedad menor al 10%.

Se considera una razón de producción de barro anódico crudo de 2,2 kg/ton de ánodo, lo que equivale a 3.090 tpa, considerando una producción de la refinería de 1.135.000 ton de cobre catódico al año. Esto equivale a 2.100 tpa de BAD comerciable, con aproximadamente 30% de plata y oro.

1.7.2.3. - Proceso de Tratamiento Integral de Efluentes Industriales Líquidos (PTIE).

Este proceso considera el tratamiento conjunto de los efluentes líquidos de la planta de limpieza de gases (generados en el tren de lavado de gases de la planta de ácido sulfúrico), los efluentes líquidos de los scrubbers y los descartes de la refinería electrolítica. El residuo líquido (ril) a tratar contiene prácticamente la totalidad del arsénico ingresado al proceso de fundición y refinería.

De acuerdo a las características del ril descrito anteriormente, el principal objetivo del proceso de tratamiento es remover el arsénico y otras impurezas presentes en el ril mediante una serie de transformaciones físico-químicas de los efluentes arsenicales, que permitan formar un precipitado estable, inerte y no tóxico denominado **escorodita** (arseniato férrico cristalino), de forma que sea posible su posterior confinamiento en cumplimiento de las normativas ambientales.

Debido a requerimientos del Comité Revisor, el titular incorpora en el Anexo 2 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental, los criterios de diseño de ingeniería conceptual de la PTIE.

Los subprocesos considerados en la planta de tratamiento integral de efluentes líquidos son, básicamente, los siguientes:

- Obtención de Precipitado de Arsénico;
- Estabilización de Arsénico;
- Recuperación de Cobre;
- Neutralización del efluente líquido final a pH = 7;

En el Anexo N° 2 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental se incluye una nueva Figura 3.3-6 del Estudio de Impacto Ambiental, que muestra un diagrama de flujos del proceso de tratamiento.

1.7.2.4. - Procesos Complementarios

En el presente punto se describen aquellos procesos y/o equipos complementarios a los tres procesos principales del Proyecto FRM ya descritos, y cuyo funcionamiento es necesario para la normal operación del Complejo.

Los procesos complementarios que se consideran corresponden a los siguientes:

- Plantas de Oxígeno, y
- Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

a) Planta de oxígeno

De acuerdo a las necesidades del Proyecto FRM, el consumo de oxígeno (95% de pureza) por los distintos procesos y equipos considerados es de 2.754 tpd.

El proyecto contempla la instalación de dos (2) y hasta tres (3) Plantas de Oxígeno, dos de ellas con capacidad para producir 1.121 tpd de oxígeno técnico cada una, y una tercera planta con una capacidad de 512 tpd, asociada a la fase 2 del Proyecto. Adicionalmente, se ha considerado un estanque de almacenamiento con capacidad para 900 toneladas de Oxígeno Líquido (LOX) como respaldo.

La función del oxígeno en el Complejo tiene relación con mejorar las condiciones de combustión en los hornos de fusión y conversión, sin aumentar el volumen de gases inyectados al sistema.

Cualquier falla en el suministro del oxígeno gaseoso afecta el normal funcionamiento de los mencionados equipos, razón por la cual se contará con un almacenamiento de oxígeno líquido.

El proceso de producción de oxígeno industrial consiste, básicamente, en comprimir aire atmosférico debidamente filtrado y acondicionado. Al comprimirse el aire, éste se calienta por sobre la temperatura ambiente, calor que se disipa al ambiente. Cuando vuelve a temperatura ambiente se expande sin cambio de energía (adiabáticamente) por lo que se enfría. Este ciclo repetido varias veces permite alcanzar el estado líquido del aire. Luego, el

oxígeno es separado del nitrógeno a temperaturas de menos 300 ° Celsius y de los demás gases por destilación fraccionada en una torre de destilación debidamente aislada.

Las principales instalaciones asociadas a las plantas de oxígeno son las siguientes:

- Filtros de aire
- Compresores principales
- Tamices moleculares
- Turbinas de expansión
- Caja fría, torre destilación
- Sistema de instrumentación y control
- Estanques de almacenamiento de GOX (Oxígeno Gaseoso), LOX (Oxígeno Líquido) y nitrógeno

El diseño de las Plantas de Oxígeno del Complejo FRM es modular y su adquisición será mediante contratos del tipo “llave en mano”.

b) Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Durante la operación del Proyecto, se estima un número de trabajadores en el Complejo FRM del orden de los 800 – 900 personas. Se deberá disponer de un sistema que permita tratar las aguas residuales generadas en los servicios higiénicos, casinos, duchas, etc., cumpliendo con la normativa atinente a esta clase de actividad.

Los parámetros considerados en el diseño de la **Planta de Tratamiento de Aguas Servidas** (en adelante **PTAS**) del Complejo FRM se detallan en la Tabla 3.3-11 del Estudio de Impacto Ambiental.

Con el objeto de cumplir con la eficiencia de remoción de materia orgánica planteada en la Tabla 3.3-11 ya citada, se ha considerado la construcción de una planta de tratamiento biológico de aguas servidas del tipo **lodos activados**, modalidad **aireación extendida**. Este tipo de sistema de tratamiento garantiza una buena respuesta del proceso frente a variaciones de carga orgánica y caudal en el efluente a la planta, manteniendo las características requeridas al efluente, de forma que se asegure el cumplimiento de la normativa nacional en cualquier condición de operación de la PTAS.

El principio básico del proceso de tratamiento consiste en que las aguas residuales se pongan en contacto con una población microbiana mixta, en forma de suspensión floculada en un sistema aireado y agitado, de forma que se permita oxidar parte de la materia orgánica a sustancias simples como el dióxido de carbono, mientras que otra parte se convierte en nueva biomasa que se adhiere a los flóculos de biomasa ya existentes.

Una vez que se alcanza el grado de tratamiento que se desea, la masa microbiana floculenta (conocida como **Lodo**) se separa del agua residual por asentamiento, por lo general, en un recipiente separado especialmente diseñado para tal propósito denominado **Sedimentador**. El sobrenadante de la etapa de separación corresponde al agua tratada, virtualmente libre de sólidos en suspensión y materia orgánica.

La mayor parte del lodo asentado en el clarificador es regresado a la etapa de aireación para mantener la concentración de lodos en el tanque de aireación al nivel necesario para un tratamiento efectivo, mientras que el lodo restante es extraído para su descarga (lodos desechados o excedentes). En un sistema balanceado, el lodo desechado representa la cantidad neta de masa microbiana producida por asimilación en la etapa de aireación y es, efectivamente, el **concentrado de contaminación**.

Las operaciones unitarias que constituirán la PTAS del Complejo FRM son, fundamentalmente, las siguientes:

- Cámara de Elevación y Pretratamiento.

- Estanque de Mezcla:
- Aireación
- Clarificación
- Desinfección
- Digestión Aeróbica

El diseño de la PTAS del Complejo FRM es modular y su adquisición será “llave en mano”.

1.7.3. - Descripción de Productos Finales e Intermedios Obtenidos

La Tabla siguiente resume los productos finales e intermedios que serán obtenidos durante la operación del Proyecto FRM. Se detalla el proceso que da origen a cada producto, la cantidad aproximada de producto generado y un escenario de los potenciales destinatarios.

Tabla 1.12.
Productos Finales e Intermedios obtenidos en el Complejo FRM

PROCESO	PRODUCTO	CANTIDAD	DESTINATARIO
Fundición	Ánodos de Cobre	1.340.715 tpa.	Refinería Electrolítica Mejillones
		481.135 tpa	Refinería Electrolítica Chuquicamata
Refinería Electrolítica	Cátodos de Cobre	1.135.470 tpa	A la venta en mercado internacional
Planta de Descubrización	Cátodos de Cobre	8.594 tpa	A la venta en mercado internacional
Planta de Tratamiento de Barros Anódicos	Barros Anódicos Descubrizados	2.105 tpa	A la venta en mercado nacional e internacional
Planta de Tratamiento Integral de Efluentes	Agua de Proceso	2.169 m³/d	Consumo interno del Complejo FRM
	Cátodos de Cobre	8.724 tpa	A la venta en mercado nacional e internacional
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Agua de Proceso	152 m³/d	Consumo interno del Complejo FRM
Planta de Limpieza de Gases	Ácido Sulfúrico	2.445.630 tpa	A la venta en mercado nacional
Planta de Oxígeno	Oxígeno Técnico	1.230.210 tpa	Consumo interno del Complejo FRM

FUENTE: E.I.A. proyecto FUREME.

La operación de las dos plantas de limpieza de gases genera **ácido sulfúrico** en términos anuales, de hasta 2.450.000 toneladas considerando sus dos fases.

El ácido sulfúrico producido es bombeado a cinco estanques de almacenamiento de 20.000 toneladas cada uno. Desde los estanques de almacenamiento se distribuye al mercado vía marítima y vía terrestre. La carga de los camiones se realizará en un área específica denominada “*Despacho de ácido*”. Se contempla el desarrollo de un Plan de Contingencia en el Manejo del Ácido Sulfúrico al interior del Complejo FRM, el cuál es detallado en extenso en el Capítulo 9 del EIA.

Los potenciales clientes, en general, son las distintas empresas mineras ubicadas en la II Región y en otras regiones.

El ácido sulfúrico será vendido en la puerta de la Fundición y Refinería Mejillones. Codelco Chile exigirá de manera contractual a los compradores y transportistas de ácido sulfúrico que cuenten con las debidas autorizaciones ambientales para el transporte de este producto, que mantengan una adecuada mantención mecánica de los camiones u otro

medio de transporte utilizado y que diseñen planes de contingencia y de prevención de riesgos para el transporte de esta sustancia peligrosa.

El transporte considerará todas aquellas especificaciones técnicas y procedimientos de transporte, de manera de dar cabal cumplimiento a todas y cada una de las exigencias indicadas en la *Norma Chilena Oficial NCh2136.Of89* referida a las disposiciones de seguridad para el transporte de sustancias corrosivas y normas referenciales que en ella se estipulan, cuando corresponda.

1.7.4. - Balances de Masa

En el numeral 3.4.4 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se incluyen los balances de masa asociados a los procesos productivos considerados en el Proyecto FRM.

Primeramente, en las Tabla 3.3-13, 3.3-14, 3.3-15 y 3.3-16 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se muestra un balance de materiales en el cual se detallan la entradas de materias primas e insumos, y salidas de productos y residuos asociados a los procesos de Fundición, Refinería Electrolítica, Limpieza de Gases y Tratamiento Integral de Efluentes.

En la Figura 3.3-7 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se puede apreciar la distribución gráfica de los materiales señalados en dichas tablas.

A fin de poder cuantificar las emisiones y caracterizar los efluentes líquidos y los residuos sólidos generados durante la operación del Proyecto FRM, en la Tablas 3.3-17 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se presentan los balances de masa de los procesos anteriormente indicados.

Se debe tener presente que los antecedentes considerados para la elaboración de los balances de masa aquí incluidos son originados en el *Estudio de Factibilidad Técnica y Económica* del Proyecto FRM, por lo que los valores indicados pueden ser modificados en un rango de $\pm 15\%$.

1.7.5. - Mano de Obra

La operación del Proyecto FRM considera la generación de alrededor de 350 empleos directos, además de aproximadamente 450 indirectos debido a la contratación de terceros en forma constante durante la vida útil del proyecto.

La postulación a estos puestos de trabajo será abierta, de acuerdo a las oportunidades que ofrece el mercado. Como una forma de abordar la obtención de los recursos humanos requeridos para el proyecto, se ha elaborado un “*Modelo de Gestión de Recursos Humanos*” en su componente de “*Selección y Reclutamiento*”, que permitirá identificar, de acuerdo a las características del negocio y a aspectos tecnológicos y funcionales, los perfiles de los cargos requeridos en el Proyecto FRM.

Este modelo ha considerado entre otras cosas, homologar las oportunidades laborales para la comunidad de Mejillones, con relación a la potencial oferta del mercado. Esta homologación de oportunidades se realizará a través de un proceso denominado “*Provisión asistida de mano de obra*” y que consiste básicamente, en proporcionar a instituciones locales interesadas, a través de la Municipalidad, la información de los requerimientos técnicos de mano de obra del Proyecto FRM.

En términos generales el proceso de Selección y Reclutamiento de Recursos Humanos del Proyecto FRM, considera las etapas descritas en las páginas 3-82 y 3-83 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental.

1.7.6. - Flujos Vehiculares.

Durante la etapa de operación del Proyecto FRM, los flujos viales asociados al movimiento de cargas son más relevantes que los flujos asociados al transporte de mano de obra.

Debido a las múltiples fuentes abastecedoras de insumos y materias primas, se considera el transporte de éstas tanto por vía marítima como por vía terrestre. La Tabla siguiente muestra el transporte de cargas:

Tabla 1.13.
Origen/Destino de cargas durante etapa de Operación del Proyecto FRM.

TIPO	MATERIAL	ORIGEN/DESTINO	TRANSPORTE	VOLUMEN
Desecho	Escoria/Descart	Botadero local	Camión	1.090.000
Materia Prima	Cal	No definido	Camión	63.000
	Coque	No definido	Camión	12.800
	Metal blanco	Caletones	Barco	880.000
		Chuquicamata	Camión	250.000
		Potrerillos	Camión	350.000
	Sulfato de	No definido	Camión	4.250
	Concentrado de Cu	Andina	Barco	595.000
		Candelaria	Camión	80.000
		Collahuasi	Barco	120.000
		Disputada	Barco	40.000
		Escondida	Barco	440.000
		Pelambres	Barco	80.000
		Punta de Cobre	Camión	80.000
		Quellaveco	Barco	100.000
		Mantos Blancos	Camión	65.000
	Sílice	No definido	Camión	178.560
	Anodos de Cu	Altonorte	Camión	40.000
Productos	Ácido Sulfúrico	Interacid	Acido-ducto	1.080.000
		Pequeña/Mediana Minería	Camión	180.000
		Radomiro Tomic/Escondida	FFCC	633.000
	Ánodos de Cu	Chuquicamata	Camión	480.000
	Cátodos de Cu	Exportación	Barco	1.230.000

FUENTE: Codelco Chile PFRM

Las cargas que serán movilizadas mediante camiones operarán durante 12 horas diarias, excepto la escoria de descarte, la que será trasladada desde el sector Fureme hacia Cerro Gris durante las 24 horas del día.

Se contempla el uso de camiones que permiten el transporte de 30 toneladas de cualquier material, materia prima, producto o residuo.

En la Tabla siguiente se consignan los viajes en términos horarios por material y origen/destino. Cabe señalar que el valor indicado en la última tabla ha sido incrementado en un 20%, de modo que se analice una situación más crítica que la que se ha identificado

Tabla 1.14.
Determinación de Viajes asociados al transporte de carga (veh/hr), por material y de acuerdo al Origen (O)/ Destino (D) en Camiones de 30 ton

MATERIAL Y O/D	VIAJES / AÑO	VIAJES / DÍA	VIAJES / HR EN 24 HR	VIAJES / HR EN 12 HR
Escoria a Cerro Gris 1	36.333	100,93	4,21	---
Cal	2.100	5,83	---	0,49
Coque	427	1,19	---	0,10
Metal Blanco a Chuquicamata	8.333	23,15	---	1,93
Metal Blanco a Potrerillos	11.667	32,41	---	2,70
Sulfato de Bario	142	0,39	---	0,03
Concentrado de Cu a Candelaria	2.667	7,41	---	0,62
Concentrado de Cu a Punta de Cobre	2.667	7,41	---	0,62
Concentrado de Cu a Mantos Blanco	2.167	6,02	---	0,50
Sílice	5.952	16,53	---	1,38
Ánodos de Cu	1.333	3,70	---	0,31
Caliza	2.352	6,53	---	0,54
Ácido Sulfúrico a PYME Minería	6.000	16,67	---	1,39
Ánodos de Cu a Chuquicamata	14.333	39,81	---	3,32
	Total Viajes/hr		4,21	13,92
	Total Período (Entero mayor)		5	14
	Total esperado		19	
	Factor Seguridad	20%	3,8	
	TOTAL GENERAL (veh/hr)		23	

FUENTE: Elaboración Propia

Respecto al transporte de mano de obra, se ha considerado que el horario que genera la mayor demanda de flujo vial es la correspondiente a la del primer turno, tanto en buses como en camionetas. En la Tabla siguiente se presenta la estimación, más una cierta cantidad de vehículos como camionetas y buses / camiones de 2 ejes, por otros servicios que no hayan sido captados.

Tabla 1.15.
Flujo vehicular transporte de Mano de Obra Etapa Operación por Turno de trabajo

		Transporte de Mano de Obra	
Turno	Horario	Buses	Camionetas
1	08:00 - 16:00 hr	4	16
2	16:00 - 24:00 hr	3	3
3	24:00 - 08:00 hr	3	3
		Otros movimientos no definidos	
Turno	Horario	Buses / Camiones	Camionetas
1	08:00 - 16:00 hr	4	5
2	16:00 - 24:00 hr	4	2
3	24:00 - 08:00 hr	4	2
		Total	
Turno	Horario	Buses / Camiones	Camionetas
1	08:00 - 16:00 hr	8	21
2	16:00 - 24:00 hr	7	5
3	24:00 - 08:00 hr	7	5

FUENTE: Elaboración Propia

Para la Etapa de Operación de la Planta de Fundición se han adoptado las Rutas de circulación, tanto para las materias primas e insumos, como para la mano de obra:

Desde el Norte : Ruta 1 – Ruta B 262 –Acceso a Planta

Desde el Sur : Ruta 1 – Ruta B 262 – Acceso Planta

1.8. - Plan de Abandono.

En general éste tipo de plantas no tienen una vida útil predeterminada, de tal manera que raramente se puede ver un abandono y desgüase de fundiciones, lo común es ver el abandono y desarme de equipos aislados y su reemplazo por razones de obsolescencia tecnológica o deterioro por uso.

Sin embargo, se conocen casos en que fundiciones han sido paralizadas por motivos ambientales, al haberse creado centros poblados alrededor de la fundición, los que finalmente determinaron la necesidad de cierre. Se trató de fundiciones de tecnologías muy antiguas y sin controles eficientes de sus emisiones.

Esto último es especialmente atingente a este complejo de fundición y refinería, que se construirá de acuerdo a las más recientes tecnologías desarrolladas a nivel mundial y sus niveles de emisión serán prácticamente nulos.

En el caso de la Fundición y Refinería de Mejillones, por estar ubicada en uno de los más importantes centros mineros a nivel mundial, como es la II Región del país, siempre va a tener un adecuado suministro de concentrados y al estar vinculado a CODELCO este suministro y el de metal blanco, es prácticamente seguro. Por esta razón, no se estima que el complejo vaya a entrar en obsolescencia por falta de materia prima. Su ubicación cercana al Complejo Portuario de Mejillones, hace que su localización sea inmejorable para acceder a los principales mercados del área Asia – Pacífico, USA y Europa.

Por estas razones, no se prevé un posible cierre de éstas instalaciones.

De producirse esa eventualidad, correspondería realizar un desmantelamiento y venta de los equipos adheridos, la demolición y disposición ordenada de cimientos y estructuras de hormigón. Para ello se dará cuenta a la autoridad ambiental y se cumplirá con la normativa vigente a la fecha.

Adicionalmente a requerimientos del Comité Revisor, el titular del proyecto amplía el plan de abandono señalando dichos antecedentes en el Anexo 5 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental.

1.8.1. - Plan de Abandono Depósitos de Escoria y Escorodita Cerro Gris 1.

Para el sitio Cerro Gris se procederá a cercar y señalizar de forma permanente los escoriales, cuyos taludes deberán acondicionarse a una pendiente estable. En cuanto a los depósitos de escorodita, se procederá a cerrarlos en forma permanente al tráfico, advirtiendo la inconveniencia de compactaciones o de usos posteriores ya sea del terreno o del material acopiado al interior de él.

Los informes geológicos realizados en el marco de la Línea Base del presente proyecto, indican que el riesgo asociado a remoción en masa es descartable. En cuanto a las escorrentías, de acuerdo a lo señalado en el Capítulo 5 de Línea Base, la probabilidad de ocurrencia es baja, debido a que toda la lluvia se transforma en infiltración en las partes más altas de la microcuenca.

Sólo podrían presentarse situaciones menores de desprendimiento de escoria, hasta alcanzar un ángulo de reposo del material, no obstante, se ha considerado que en la descarga de la escoria, ésta alcanzaría su ángulo natural de reposo. En el caso de la escorodita se tiene una situación distinta, por cuanto queda confinada en celdas.

El término riesgo puede definirse como la posibilidad de un resultado adverso asociado con una actividad o acontecimiento, este último de origen natural.

Un análisis de la situación de terreno permite concluir que el riesgo asociado a un acontecimiento natural es relativamente bajo. Por otra parte, se establece que la magnitud de dicho acontecimiento sería pequeña. En estas circunstancias no se estima conveniente realizar obras específicas en el sitio.

No obstante lo anterior, se propone establecer un plan de vigilancia y monitoreo destinado a registrar situaciones no previstas.

Este Plan de Vigilancia debe considerar las siguientes acciones:

- Revisiones periódicas del sitio abandonado.
- Registro sistematizado de eventos que se relacionen con cualquier fenómenos de remoción de material en el sitio.
- Impedimento de realizar acciones en la ladera, salvo de protección o mejoramiento de taludes.

El Plan de Vigilancia estará basado en acciones periódicas y puntuales. Las primeras tendrán una frecuencia semestral (2 informes por año), mientras que las acciones puntuales se efectuarán cuando ocurra un acontecimiento importante, entre ellos sismos, accidentes, o desprendimientos de material.

1.9. - Emisiones, Efluentes y Residuos generados por el proyecto FRM.

1.9.1. - Etapa de construcción.

1.9.1.1. - Emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas generadas durante la etapa de construcción se asociarían principalmente a la emisión de material particulado debido al movimiento de tierras y excavaciones, tránsito de camiones, maquinaria, vehículos menores y actividades de construcción en general.

Por otro lado, se generarán gases y material particulado debido a la propia combustión de equipos y motores.

Dentro de las medidas de control consideradas, con relación a la emisión de material particulado, se contemplará la instalación de cierres perimetrales de malla raschell en los silos de acopio de áridos, en las plantas chancadoras, de hormigón y asfalto, y en los frentes de trabajo. De acuerdo a la granulometría gruesa que caracteriza el suelo del sector Fureme, se estima que la emisión de material particulado será baja, por lo que el cierre perimetral será una buena medida de control.

Para controlar la emisión de gases de combustión de los vehículos, se exigirá a las empresas contratistas el cumplimiento de la normativa ambiental vigente con relación a emisiones de gases, además de una mantención mecánica periódica de los motores a combustión.

Las emisiones de material particulado respirable son estimadas por el titular en el Anexo 11 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental.

1.9.1.2. - Ruido

En la etapa de obras civiles y montajes del proyecto, se generará emisiones de ruido debido al funcionamiento de maquinaria pesada y actividades de construcción en general.

El tipo de maquinaria que se utilizará durante la construcción corresponderá básicamente a retroexcavadoras, bulldozers, cargadores frontales, rodillos compactadores, grúas móviles, camiones, compresores y generadores. La operación conjunta de éste tipo de maquinaria, podría elevar el nivel de emisión acústica en el área de operación. Sin embargo, su efecto será localizado.

El cálculo del decrecimiento del L_p o nivel acústico para las actividades de la etapa de construcción a considerado las condiciones más desfavorables de emisión y radiación acústica, con niveles máximos iguales o mayores a 94 dB(A) en el punto de emisión (asociado a cada maquinaria). En la Tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos considerando la probabilidad menos favorable de emisión de ruidos para las actividades de construcción. En dicha tabla se muestra como el ruido se atenúa con la distancia.

Tabla 1.16. Niveles de inmisión estimados para la Construcción

DISTANCIA PUNTO DE INMISIÓN	NPS dB(A)
60	86,5
250	70,6
500	61,5
1000	L_{Base}

FUENTE: E.I.A. proyecto FUREME.

En la práctica, la mayoría de las obras se efectuarán sin obstáculos importantes entre las faenas y los puntos próximos. Sólo para algunas faenas y en las etapas finales, algunas edificaciones de la propia planta podrían comportarse como barrera acústica. El microrelieve también tiene un efecto de barrera.

El radio de propagación semiesférica de la onda expansiva puede alcanzar en este caso 500 m de distancia sólo en la dirección hacia la cual sopla del viento dependiendo del punto de emisión en el área de la planta, con disminución exponencial del nivel y variabilidad del 50% en función de la topografía, variables climáticas-dirección y velocidad del viento

En el sector de Cerro Gris 1 la intervención será menor, por lo cual los niveles de ruido esperados, en cuanto al tiempo de exposición serán reducidos, si se le compara con Fureme. Por otro lado, el sector de Cerro Gris 1 se encuentra bastante distante de toda población como se ha indicado anteriormente.

1.9.1.3. - Efluentes líquidos.

Los efluentes líquidos que se generará durante la etapa de construcción del Proyecto FRM comprenden principalmente las **aguas servidas** provenientes de baños, casas de cambio y casinos, y los **residuos líquidos (riles)** generados por las diversas actividades constructivas.

Respecto a las **aguas servidas**, como se menciona anteriormente durante la etapa de construcción se habilitará un sistema de alcantarillado modular provisorio que permita recolectar las aguas domésticas procedentes de las instalaciones como casinos, baños y casas de cambio. El sistema de alcantarillado será conducido a una planta de tratamiento de aguas servidas modular del tipo ECOJET, desde la cuál se generará un efluente líquido purificado, el que podrá ser utilizado en alguna de las actividades constructivas demandadoras de agua, y un residuo sólido inertizado el que será conducido a un botadero autorizado.

El manejo y mantención de la planta de tratamiento de aguas servidas lo realizará una empresa externa especializada en el área, y que cuente con todas las autorizaciones ambientales y sanitarias correspondientes, en particular las exigencias del DFL N° 725 y del DS N° 594/99.

Respecto a los *riles*, aquellos que tengan el carácter de peligrosos como los aceites y lubricantes usados serán retirados por empresas externas especializadas o a través de los propios proveedores.

Se contará con una serie de procedimientos, destinados al control y disposición de los diversos residuos peligrosos generados durante la etapa de construcción.

1.9.1.4. - Residuos Sólidos.

Al igual que los efluentes líquidos, los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción del proyecto corresponderán a dos tipos: **residuos domésticos** y **residuos de construcción**. La empresa que se adjudique la construcción del proyecto, será la responsable de la gestión y manejo de los residuos sólidos generados durante esta etapa, siendo exigido contractualmente por Codelco Chile el cumplimiento de los criterios y normas ambientales atingentes.

Los *residuos sólidos domésticos* que se originarán durante la etapa de construcción, serán principalmente desechos de comida, embalajes de comestibles y bebidas, papeles, artículos de aseo personal y desechos varios. La cantidad de residuos sólidos domésticos generados será variable y dependerá de la cantidad de trabajadores presentes en la faena. La disposición momentánea de tales residuos se realizará en contenedores cerrados, con lo que se evitará la presencia de vectores sanitarios y animales. El retiro de la basura doméstica del área de proyecto, la realizará una empresa externa especializada y que cuente con los permisos pertinentes para operar.

Respecto a los *residuos de construcción*, se espera que correspondan principalmente a los siguientes:

- Restos de excavaciones
- Restos de hormigón
- Material de embalaje
- Despuntes de fierro y madera
- Desechos de revestimientos
- Restos de tuberías y chatarra
- Otros.

En términos de volumen, el principal residuo sólido generado corresponderá a los restos de excavaciones, cuantificados en 1.000.000 m³. Éstos serán reutilizados como relleno tanto en el sector Fureme como en Cerro Gris 1.

Del resto de residuos generados, gran parte de ellos pueden ser reutilizado, tales como los moldajes y material ferroso. Aquellos que no puedan ser recuperados serán dispuestos en un botadero que Codelco Chile habilitará en el sector Cerro Gris, y que será en su momento presentado ante la autoridad ambiental.

Se contempla la generación de residuos de carácter peligroso como los siguientes:

- Pinturas y pegamentos inflamables
- Baterías usadas
- Hidrocarburos
- Envases vacíos de reactivos, ácidos o bases

Estos residuos peligrosos serán retirados por empresas externas especializadas o a través de los propios proveedores. Se contará con una serie de procedimientos, destinados al control y disposición de los diversos residuos peligrosos generados durante la etapa de construcción.

1.9.2. - Etapa de Operación.

1.9.2.1. - Emisiones Atmosféricas

Dada la naturaleza del proyecto, es inherente la descarga a la atmósfera de los gases producidos en los diferentes procesos del Proyecto FRM, en especial en la fundición. En efecto, los hornos de fusión y conversión generan gases metalúrgicos ricos en contaminantes como dióxido de azufre (SO₂), material particulado respirable (PM10) y arsénico (As), los cuales presentarán variaciones en su caudal y composición que dependerán a su vez de las fluctuaciones propias de la operación de la fundición.

Para controlar las emisiones de estos contaminantes, el diseño del Proyecto FRM considera la incorporación de tecnología que permita la captación, manejo y tratamiento de los gases y partículas generados en el proceso, consistentes en *Plantas de Limpieza de Gases* de doble contacto para el control de los gases con altas concentraciones de SO₂ emitidos por los CT y FCF; *precipitadores electrostáticos* para el control de material particulado contenido en los gases emitidos por los CT y FCF; *scrubbers o lavadores de gases* para el control de arsénico (As) volatilizado contenido en los gases de los CT y FCF; *scrubbers con soda* para el control del SO₂ contenido en los gases provenientes del HELE, de las canaletas de sangrado del CT y del FCF y de los hornos anódicos y *bag house* o *filtros de manga* para el control del material particulado.

Las emisiones atmosféricas de contaminantes generadas por el Complejo FRM se estimaron considerando los tiempos efectivos de operación, considerados en el diseño de cada equipo involucrado en el proceso, detallados en la Tabla siguiente. Los tiempos mostrados corresponden al tiempo de operación de cada equipo.

Tabla 1.17.
Tiempos Efectivos de Operación de Equipos y Hornos Fundición Mejillones (según criterio de diseño)

EQUIPO	TIEMPO EFECTIVO DE OPERACIÓN	
	Nº DE HORAS DÍA	Nº DÍAS AÑO
Secador de Concentrado	22,92	340
Convertidor Teniente	22,92	340
Horno Eléctrico de Tratamiento de Escorias	24	340
Molienda y Secado de Metal Blanco	24	330
Horno Convertidor Flash Outokumpu	24	330
Hornos de Refino- Etapa de Oxidación	5,4	330
Hornos de Refino- Etapa de Reducción	3,3	330
Horno Vertical (Shaft)	9,1	330
Refinería Electrolítica	24	362
Planta de Tratamiento Integral de Efluentes	24	365

FUENTE: Codelco Chile Proyecto FRM.

En base a estos tiempos de operación, a los sistemas de tratamiento considerados y según los valores reportados en los balances de masa, se establecieron las tasas de emisión de las diversas fuentes al interior del Complejo FRM, para cada uno de los siguientes contaminantes: *Dióxido de Azufre* (SO₂), *Material Particulado Respirable* (PM10), *Dióxido de Nitrógeno* (NO₂), *Monóxido de Carbono* (CO), *Arsénico* (As), *Plomo* (Pb) y *Aerosoles Ácidos* (neblina ácida).

A continuación se describen los sistemas de captación y tratamiento, además de las tasas de emisión para cada uno de estos contaminantes.

a) Dióxido de Azufre

Uno de los principales componentes de los concentrados de cobre es el azufre, el cual se oxida al reaccionar con el oxígeno en los hornos de fusión y conversión, transformándose en **dióxido de azufre (SO₂)**, constituyéndose en el principal contaminante atmosférico gaseoso relacionado con la operación de las fundiciones de cobre.

El diseño del Proyecto FRM permite una captación y abatimiento de alrededor de un 99% del total del SO₂ producido durante la normal operación de la fundición, mediante sistemas de captación y tratamiento que se diferencian de acuerdo a la concentración de SO₂ con que cuenta determinado gas.

De acuerdo a este criterio, los gases generados en los hornos de la fundición pueden clasificarse (según su contenido de SO₂), en **Gases Primarios**, correspondientes a aquellos gases ricos en dióxido de azufre que pueden ser utilizados como materia prima en la producción de ácido sulfúrico, y **Gases Secundarios**, correspondientes a aquellos que poseen un bajo contenido de SO₂ lo que no permite su empleo en la producción de ácido sulfúrico, por lo que deben ser tratados por medio de otro sistema como por ejemplo *scrubbers* con solución de hidróxido de sodio NaOH.

Las principales fuentes generadoras de **Gases Primarios** en la fundición corresponden a los dos (2) Convertidores Teniente (CT) y los dos (2) Hornos de Conversión Flash Outokumpu (FCF). Cada CT produce un flujo de gases (en la boca de salida de gases del CT) equivalente a 66.586 Nm³/h, con un contenido de SO₂ de un 22,54%; mientras que cada FCF produce un flujo de gases metalúrgicos de 44.608 Nm³/h, con un contenido de SO₂ de un 47,40%. Estos porcentajes equivalen a una producción diaria de SO₂ de 981 tpd por cada CT (estimado en boca), y de 1.350 tpd por cada FCF (estimado en Uptake).

Estos gases son dirigidos a un sistema de limpieza primario constituido por (4) calderas recuperadoras de calor y (4) precipitadores electrostáticos independientes para cada CT y FCF, que permiten la remoción de cerca del 90% del material particulado presente en dichos gases. Este sistema de limpieza primario se puede apreciar en el Plano correspondiente (ANEXO IX).

Los gases provenientes de los cuatro precipitadores electrostáticos son dirigidos conjuntamente hacia la *Planta de Limpieza de Gases* del Complejo FRM consistente en dos Plantas productoras de ácido sulfúrico. Previo al ingreso a la etapa de contacto de las plantas de ácido, los gases pasan por un tren de lavado que permite remover las partículas remanentes y el arsénico volatilizado aún presentes en el gas. Este tren de lavado de gases genera un efluente líquido rico en arsénico que es derivado a la *Planta de Tratamiento Integral de Efluentes* del Complejo FRM.

Una vez que el contenido de partículas en los gases sea mínimo, y se haya removido el arsénico presente en el gas, éste pasa a las plantas productoras de ácido sulfúrico de doble contacto, las que permiten la transformación del SO₂ a ácido sulfúrico (H₂SO₄) con una eficiencia, establecida como criterio de diseño, de un 99,83%. Esto implica que solamente un 0,14% del SO₂ contenido en los gases primarios generados en los procesos de fusión y conversión será emitido a la atmósfera desde las dos (2) chimeneas de las plantas de ácido, a una tasa de emisión equivalente a 3,715 tpd por cada chimenea.

Respecto a los **Gases Secundarios**, las principales fuentes generadoras de la fundición corresponden a las operaciones de sangrado de metal blanco y escoria desde los CT, al HELE, a la etapa de molienda y secado de metal blanco, a la ventilación de los FCF, a los gases generados en la etapa de oxidación de los hornos de refinación, a las ruedas de moldeo y al Horno Vertical de restos de ánodos.

El detalle de la estimación de las emisiones asociadas a cada una de estas actividades, se indican en las paginas 3-60 y 3-61 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental, detallando esta información en la Tabla 3.3-19 de la página 3-62 del mismo capítulo anterior.

Con los datos suministrados se llega a una tasa de emisión de SO₂ de 1.506,5 kg/hr, que representa 27,12 tpd.

b) Material Particulado Respirable

El diseño del Complejo FRM considera medidas que permiten reducir las principales fuentes tradicionales de material particulado como las camas de almacenamiento de materiales sólidos como concentrado y metal blanco, las cuales se ubicarán al interior de domos cerrados. Por tal motivo, las fuentes emisoras de material particulado corresponderán a los diversos hornos considerados en el proceso de fusión, en particular los secadores de concentrado, la molienda y secado del metal blanco, los hornos de ánodos y los bin de almacenamiento de materiales previo a su ingreso a los CT y a los FCF.

Debe señalarse que el material particulado emitido por los diversos procesos de la fundición corresponde a concentrado de cobre o bien a metal blanco, por lo que su composición se estima similar a la de estos elementos. Por otro lado, la recuperación de este material supone un importante ahorro económico, puesto que se reducen considerablemente las pérdidas de materias primas por estas emisiones.

Respecto a los *Secadores a Vapor de Concentrados*, estos equipos se han diseñado considerando un factor de arrastre de concentrados de un 0,1% respecto al concentrado alimentado a los secadores. Los gases originados en los secadores, correspondientes a la humedad desprendida del concentrado más el polvo arrastrado, son conducidos a través de filtros de manga (uno por cada secador, cuatro en total), los cuales permiten la retención de más de un 98% del particulado, lo que representa una emisión de 32,0 tpa por cada chimenea.

Desde los CT no habrá polvos emitidos a la atmósfera puesto que la totalidad de los gases primarios generados serán captados por campanas y enviados a los sistemas de limpieza primario de gases y luego a las plantas de ácido sulfúrico, las que en sus gases finales prácticamente no tienen polvos.

El material particulado contenido en los gases de molienda y secado de metal blanco, los gases de ventilación de los distintos Bin's (Metal Blanco, Fundentes y Polvos del FCF), los gases de ventilación del FCF y de los hornos de ánodos durante el ciclo de reducción son controlados y recuperados mediante filtros de manga, así como por otras fuentes dentro del área de conversión, refinado y moldeo de ánodos. El total de material particulado alcanza a 126,93 tpa.

La Tabla 3.3-20 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental detalla las fuentes emisoras de Material Particulado identificadas en el Proyecto FRM, los parámetros que permiten el cálculo de las emisiones y las tasas de emisión para diferentes periodos temporales.

c) Arsénico en Material Particulado

El arsénico ingresa al proceso en el concentrado y en el metal blanco externo. Del total del arsénico alimentado al módulo de fusión, la distribución porcentual de este elemento hacia los productos o subproductos sólidos y líquidos obtenidos en el proceso, señala que el arsénico es eliminado en los gases en un 73,9%, del cual un 18,5% (10,1% del total) queda retenido en los polvos recuperados en la caldera y el precipitador electrostático, y el 81,6% (63,8% del total) se volatiliza junto con los gases de fusión y es dirigido hacia la planta de limpieza de gases, en donde es retirado de la corriente rica en SO₂ mediante el lavado en los scrubbers.

Un 11,6% se distribuye en el metal blanco, parte del cual es volatilizado en los FCF y vuelto a condensar en el tren de lavado de gases de las unidades de conversión, siendo dirigido el efluente resultante hacia la PTIE, y el resto permanece en el ánodo hasta que el proceso de

refinación electrolítica lo solubiliza, pasando el arsénico a constituir parte del electrolito que es descartado y dirigido hacia la PTIE.

Un 12,3% del arsénico ingresado en el concentrado se fija a la escoria.

De acuerdo a los antecedentes expuestos y al balance de masa del proceso, del total del arsénico ingresado al Complejo FRM en el concentrado y el metal blanco, un 98,7% es captado en el tren de lavado de gases de la planta de ácido y fijado en la PTIE, y un 1,3% es emitido en las diversas fuentes secundarias existentes en el Complejo FRM .

En resumen la emisión de arsénico a la atmósfera por chimeneas alcanza a 4 tpa, las que se producen principalmente en el área de fusión de concentrados. Además se emiten 13 tpa de arsénico en gases fugitivos al interior de la nave de fusión.

d) Plomo en Material Particulado.

El Plomo emitido por los diversos procesos de la fundición corresponde a la fracción contenida en el material particulado emitido por las chimeneas. Este elemento se encuentra presente en el concentrado de cobre, metal blanco y en el particulado emitido en los gases de los hornos de ánodos, gases de ventilación del FCF y gases del horno shaft.

Las emisiones totales de plomo corresponden a 1.344,5 kpa, equivalentes al 1,05% del material particulado emitido por la chimeneas del complejo FRM.

La Tabla 3.3-21 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se detalla las fuentes emisoras de plomo identificadas en el Proyecto FRM, los parámetros que permiten el calculo de las emisiones y las tasas de emisión para diferentes periodos temporales.

e) Dióxido de Nitrógeno.

Las emisiones de NO₂ del complejo FRM están asociadas fundamentalmente a la operación de aquellos hornos y secadores que utilicen gas natural como combustible.

Las emisiones de NO₂ totales se han estimado en 2.941 tpa, no considerándose sistema de captación y tratamiento para estas.

La Tabla 3.3-22 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental detalla las fuentes emisoras de Dióxido de Nitrógeno identificadas en el Proyecto FRM, los parámetros que permiten el cálculo de las emisiones y las tasas de emisión para diferentes periodos temporales.

f) Monóxido de Carbono

Al igual que con el dióxido de nitrógeno, las principales fuentes emisoras de CO identificadas en el Complejo FRM corresponden a los hornos y secadores que utilizan gas natural como combustible.

Por otro lado, el HELE utiliza carbón como insumo para facilitar la separación entre la escoria y el metal blanco. Este carbón no es combustionado en su totalidad al interior del HELE, por lo que se considera un incinerador que permita combustionar la totalidad del gas que sale del HELE, permitiendo la total oxidación del CO a CO₂.

En general la emisión total de CO por chimenea alcanza a 85,3 tpa, de las cuales un 91,3% se producen en el área de conversión, refino y moldeo de ánodos.

La Tabla 3.3-23 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental detalla las fuentes emisoras de Monóxido de Carbono identificadas en el Proyecto FRM, los parámetros que permiten el cálculo de las emisiones y las tasas de emisión para diferentes periodos temporales.

g) Neblina Ácida

Los procesos de descubrización del electrolito utilizado en la refinería electrolítica y del electro-obtención del cobre soluble presente en el efluente de la PTIE son operaciones electrolíticas en las que se utiliza un ánodo (aleación de plomo, estaño y calcio) y un cátodo (de acero inoxidable) inmersos en una solución electrolítica que contiene ácido sulfúrico y sulfatos de cobre, las cuales son generadoras de neblina ácida.

El Proyecto FRM considera en el diseño de la refinería electrolítica medidas que permitan reducir la generación de neblina ácida, los que consisten principalmente en métodos mecánicos que impidan la formación de burbujas, y en la captación de la neblina ácida que potencialmente se pueda formar.

Los métodos mecánicos considerados consisten en el empleo de capas de pequeñas esferas de polipropileno que flotan cercana a la superficie de la celda, formando de este modo una extensa área donde las burbujas pequeñas de oxígeno puedan adherirse, impidiendo su proyección a la atmósfera. Mediante el empleo de estas esferas se espera una reducción en la generación de neblina ácida de un 80%.

La neblina ácida remanente será captada mediante campanas ubicadas sobre cada una de las celdas, siendo succionados los aerosoles mediante un ventilador y dirigidos a un scrubber húmedo (sin soda) que permite la condensación de estos aerosoles, siendo emitido solamente el aire de infiltración captado. Producto de esta operación se genera un efluente líquido constituido por agua y electrolito, el cual es retornado en su totalidad a las celdas de electro-obtención.

h) Metales pesados en MP10; Vanadio en MP10, Níquel en MP10 y Cobre en MP10.

Las emisiones de cobre y níquel se calcularon en función del contenido de estos elementos presente en el material particulado emitido. Se destaca que no existe presencia de vanadio en el concentrado y por lo tanto tampoco en el metal blanco.

Para el caso de las emisiones del área de Secado, Fusión de Concentrados y Tratamiento de Escorias, específicamente las generadas por el secado de concentrado se consideró un contenido de cobre de 34,3% y un 0,006% para el níquel, ambos presentes en el concentrado.

En el caso de las emisiones de cobre del complejo será de 55,93 tpa, correspondiente al 44,06% del material particulado emitido por el complejo. Para el caso del níquel la emisión total a la atmósfera del complejo será de 13,92 kpa, correspondiente al 0,011% del material particulado emitido. Las tablas adjuntas en las páginas 62 y 63 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental muestran el detalle de la emisión por fuente.

La Tabla 3.3-24 del Capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental resume los dispositivos de control de emisiones considerados en el Complejo FRM.

1.9.2.2. - Efluentes Líquidos

Los principales efluentes líquidos generados durante la operación del Proyecto FRM corresponden a los efluentes arsenicales provenientes del tren de lavado de gases de la Planta de Ácido, a los efluentes provenientes de los scrubbers que tratan los gases secundarios, y al descarte de electrolito generado en la refinería. La totalidad de estos efluentes son dirigidos hacia la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes, ya descrita en el punto 1.7.2.3. No se contempla la descarga de aguas efluentes al mar.

Respecto a las aguas servidas domésticas generadas en los baños y casinos del Complejo FRM, se considera su tratamiento en la Planta de Lodos Activados descrita en el punto 1.7.2.4.

Los efluentes líquidos ya tratados obtenidos en ambos sistemas de tratamiento serán recirculados en su totalidad al Complejo FRM, y utilizados en el granallado de escoria y/o en los scrubbers de los gases secundarios.

No se prevé la generación de efluentes líquidos que no sean dirigidos a alguno de los dos sistemas de tratamiento ya mencionados, por lo que no habrá descargas de efluentes líquidos al exterior del Complejo FRM, como puede ser el mar.

1.9.2.3. - Residuos Sólidos

Durante la operación del Proyecto FRM se generaran diversos tipos de residuos sólidos, los cuales pueden clasificarse según su punto de origen, entre aquellos generados en alguno de los procesos productivos contemplados en el Proyecto FRM y aquellos generados producto de labores administrativas, de mantenimiento de equipos, maquinarias y estructuras y/o debido a suministro de insumos.

Los residuos generados en los procesos productivos del Proyecto FRM son descritos y cuantificados en la Tabla siguiente:

Tabla 1.18.
Generación de Residuos Sólidos durante Operación Proyecto FRM.

PROCESO	RESIDUO SÓLIDO GENERADO	VOLUMEN	DESTINO
		tpd	
Fundición	Escoria de descarte	2.922	Cerro Gris
Refinería Electrolítica	Borras Plomadas	0,185*	Tercero
Planta de Tratamiento Integral de	Escorodita en una matriz de	456,7	Cerro Gris
Planta de Tratamiento Integral de	Yeso	134,8	Cerro Gris
Planta de Tratamiento de Aguas	Lodos inertizados	0,01	Cerro Gris
Operación Global del Complejo FRM	Residuos de todo tipo	0,01	Cerro Gris Terceros

* toneladas por año
FUENTE: E.I.A. proyecto FUREME.

Los residuos sólidos masivos generados por el Proyecto FRM serán depositados en canchas de confinamiento especialmente diseñadas en el sector denominado “**Cerro Gris 1**”, ubicado a 11 km del sector Fureme (ver Lámina 3.1-2 del Estudio de Impacto Ambiental). Este sector comprende una superficie total de 100 ha.

Los principales residuos sólidos que se depositarán en *Cerro Gris* son:

- Escoria de descarte proveniente de los hornos de limpieza de escoria de la fundición;
- Escoria percolada proveniente de la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes;
- Escorodita precipitada en una matriz de yeso, proveniente de la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes;
- Yeso, del proceso de neutralización a muerte del ril de la PTIE;
- Otros residuos sólidos no peligrosos y no comercializables generados por el Complejo FRM.

Estos residuos serán transportados en camiones desde el sector Fureme hasta el sector Cerro Gris, utilizando para ello la ruta B-262, Ruta 1 y B-240. Se utilizarán camiones señalizados y debidamente cubiertos de manera de evitar la caída de residuos en su transporte hasta el sitio de disposición final.

Específicamente el sitio estará señalizado y cerrado en su contorno. Se contará con el personal necesario que permita coordinar las faenas diarias de disposición de los residuos,

es decir, la llegada de camiones, la descarga de residuos, la distribución ordenada de éstos y la salida de los camiones.

En el Anexo 9 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental se presentan las fichas de seguridad tipo para los residuos potencialmente generados en el proyecto FRM.

A continuación se presenta una caracterización de cada uno de los residuos sólidos generados y el modo de manejo y disposición a considerar en el Proyecto FRM.

a) Escoria de Descarte.

La escoria corresponde a un residuo sólido industrial generado como un subproducto de los procesos de fusión del concentrado y posterior limpieza de la escoria fundida en el horno eléctrico. La composición de esta escoria es detallada en la Tabla siguiente:

Tabla 1.19. Composición de Escoria de Descarte de Fundición

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN
Cobre (Cu)	0,92 %
Azufre (S)	0,19 %
Arsénico (As)	0,15 %
SiO ₂	24,12 %
FeO	38,77 %
Fe ₃ O ₄	6,02 %
CaO	1,70 %
Al ₂ O ₃	8,07 %
CaFe ₂ O ₄	18,04 %
MoO ₃	0,69 %

FUENTE: SNC-Lavalin (2002). E.I.A. proyecto FUREME.

La escoria es un residuo sólido inerte e insoluble constituido principalmente por silicatos de hierro con bajos contenidos de cobre, arsénico y compuestos azufrados, que quedan incluidos en la matriz silícea.

La escoria generada en el HELE y posteriormente granulada, es depositada transitoriamente en un área dedicada dentro del Complejo FRM, para luego ser transportada mediante camiones al sector de Cerro Gris, en donde la escoria es descargada y distribuida mediante palas mecánicas y vehículos de carga, que remueven el material formando pilas con talud y altura adecuado para mantener la estabilidad del depósito y a la vez maximizar el aprovechamiento del espacio disponible.

De acuerdo a la naturaleza inerte de la escoria, verificada mediante los análisis que son descritos a continuación, el manejo de este material no requiere un manejo específico de aislación o confinamiento. En forma preventiva se señalarán los sectores respectivos y se prohibirá el tránsito de personas ajenas, especialmente en las situaciones de descarga. Con la finalidad de caracterizar las escorias que se originarán durante la operación del Proyecto FRM, se realizó un análisis, según se indica, de muestras de escorias de División El Teniente de Codelco, que se asume son representativas para el Proyecto FRM.

El análisis de las muestras de escorias de cobre granallada se realizó a través del método de análisis semicuantitativo por fluorescencia de rayos X, el cual permite detectar todos los elementos de N° atómico mayor a 10, presentes en la muestra. La información de la caracterización fue proporcionada por la División El Teniente de Codelco Chile.

Cabe señalar que de acuerdo al nuevo *Reglamento de Residuos Peligrosos*, los residuos mineros masivos provenientes de la extracción, beneficio o procesamiento de minerales, no

serán considerados residuos peligrosos, siempre que su disposición final no se realice junto a los residuos sólidos domésticos. En estos se contemplan los estériles, minerales de baja ley, residuos de minerales tratados por lixiviación, relaves y escorias. A la fecha de elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, el Reglamento de Residuos Peligrosos, preparado por el Ministerio de Salud, aún no ve la luz pública, esperándose que en un plazo mediano sea publicado.

En la Tabla 3.3-27 del capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental se detallan las metodologías utilizadas en el análisis de las muestras de escoria de descarte.

Resultados.

• Toxicidad.

En la Tabla siguiente se muestran los resultados de los análisis realizados para los elementos analizados plomo, cadmio, mercurio, cromo, bario, selenio y arsénico. Además, se incluyen las concentraciones permisibles, según lo establece la EPA, para el método Test TCLP.

El Test TCLP indica que la escoria granallada contiene concentraciones de elementos, muy por debajo de los límites de máxima concentración que establece el método EPA, las que incluso se encuentran por debajo de los límites de detección de laboratorio.

La concentración detectada alcanza porcentajes inferiores a 5% para cadmio, mercurio, selenio y bario; inferior a 2% para cromo e inferior a 1% en arsénico, con respecto a los contenidos permisibles según la EPA para el Test TCLP.

Dicho de otra forma, los límites permisibles son, a lo menos, 20 veces mayor que lo detectado para Cd, Hg, Ba y Se y 100 veces mayor, para el caso del As. En el caso del Pb es a lo menos 25 veces mayor y en Cr, 50 veces.

Tabla 1.20. Resultados TEST TCLP (mg/L) y concentraciones permisibles según EPA - TOXICIDAD

ELEMENTO	CONTENIDO EN LA ESCORIA GRANALLADA (mg/L)	CONCENTRACIÓN PERMISIBLE (EPA-1311) (mg/L)	RELACIÓN CONTENIDO/CONC. PERMISIBLE (%)
Pb	< 0,2	5,0	< 4
Cd	< 0,05	1,0	< 5
Hg	< 0,01	0,2	< 5
Cr	< 0,1	5,0	< 2
Ba	< 5	100,0	< 5
Se	< 0,05	1,0	< 5
As	< 0,05	5,0	< 1

FUENTE: E.I.A. proyecto FUREME.

• Reactividad

En la Tabla siguiente se presentan los resultados del análisis de reactividad para la metodología señalada anteriormente.

**Tabla 1.21. Análisis de Reactividad (Acido Sulfhídrico Y Acido Cianhídrico Liberado)
En mg/kg**

TIPO DE ÁCIDO LIBERADO	ESCORIA DE COBRE GRANALLADA (MG/KG)	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE EPA (MG/KG)
Ácido cianhídrico	< 0,5	250
Ácido sulfhídrico	10	500

El análisis de reactividad a través de la determinación de ácido cianhídrico y ácido sulfhídrico liberado en los desechos de escorias arrojó como resultado que cumple con los límites de concentración máxima permisible. Con ácido cianhídrico la reactividad es menor al 0,2% de la máxima establecida por la EPA, mientras que con ácido sulfhídrico representa el 2%.

• **Corrosividad**

En la Tabla siguiente se muestra el resultado del análisis de corrosividad.

Tabla 1.22. Análisis de Corrosividad (mm/año)

TIPO DE ESCORIA	pH (con potenciómetro)	TASA DE CORROSIÓN (mm/año)	LÍMITE PERMISIBLE EPA (mm/año)
Escoria de cobre	6,9	1,4	6,35

El test de corrosividad aplicado indica que la escoria tiene una tasa de corrosión bastante inferior al límite permisible: 1,4 mm al año para un máximo permitido de 6,35 mm, lo que representa una velocidad de corrosión del 22%, en relación a un compuesto que se encuentre en el límite.

Por otro lado, el pH de una solución acuosa que se obtuvo de la escoria, resultó ser “neutro”.

Conclusiones

Los análisis realizados sobre la escoria granallada, originada en la División El Teniente, de Codelco Chile, permite concluir que se trata de un residuo no peligroso según las metodologías de análisis y los criterios utilizados por la EPA (Environmental Protection Agency) de los EEUU y de acuerdo a la definición que se ha dado en el nuevo Reglamento de Residuos Sólidos Peligrosos, preparado por el Ministerio de Salud, el que aún no ha sido publicado.

Las características de no peligrosidad se fundamentan en el hecho que la escoria granallada de los procesos de fundición no es tóxica, no es reactiva, no es corrosiva y no es inflamable.

Por lo tanto no presenta, por sus características o por su manejo, riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente.

b) Borrás Plomadas

Las borras plomadas corresponden a los scraps o restos de los ánodos de plomo – estaño – calcio utilizados en el proceso de descubrización. Su retiro y manejo al interior del Complejo FRM será responsabilidad del Centro de Manejo de Residuos Sólidos, desde donde será comercializado con terceros que cuenten con las autorización ambiental respectiva para el manejo de este tipo de residuos. Se debe señalar que en la Segunda Región existen diversas empresas especializadas en el procesamiento de este tipo de residuos.

Adicionalmente, a petición del Comité Revisor el titular incorpora en el Anexo 8 del Adenda 01 al Estudio de Impacto Ambiental, antecedentes referidos al manejo de las borras plomadas y la caracterización de éstas, para lo cual se utiliza la composición de las borras

plomadas generadas en la Fundición Chuquicamata, las cuales de acuerdo a sus características son asimilables al proyecto FRM y se indican en la tabla siguiente:

Tabla 1.23. Características de las borras plomadas.

Parametro	Promedio Año 2001 %
Pb	61,7
As	0,0
Mn	0,62
Sn	0,26
Ca	0,48
Se	0,0
Sb	0,11
% Humedad	-
Densidad	-

Fuente: E.I.A. proyecto FUREME.

c) Escorodita.

La **escorodita o arseniato férrico cristalino**, corresponde al residuo sólido inerte, no tóxico y estable obtenido del proceso de remoción del arsénico presente en los efluentes líquidos generados por el Proyecto FRM.

Con la finalidad de caracterizar la escorodita que se originará (por lixiviación de parte de la escoria) en la Fundición y Refinería Mejillones, para la obtención del cobre remanente, se realizó un análisis, según de indica, de dos muestras de escorodita que se asume son representativas de la que se obtendrá en el Proyecto FRM.

La escorodita fue producida en laboratorio en el *Instituto de Innovación en Minería y Metalurgia (IM2)*, una filial de Codelco Chile, mientras que el análisis se realizó en el *Laboratorio de Hidrometalurgia del Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM)*.

La determinación de toxicidad se realizó mediante el método EPA 1311, denominado Test TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) Procedimiento de Lixiviación Característico de Toxicidad. Este análisis se realizó para arsénico, determinándose mediante el método de espectrometría de absorción atómica/generación de hidruros.

Las dos muestras dieron como resultado, valores de 1,61 y 0,23 mg/L de arsénico. De acuerdo al U.S.E.P.A. ambos valores se encuentran por debajo de la concentración permisible, la que ha sido fijada en 5,0 mg/L, según se establece para el tipo de método empleado.

En el ANEXO II.1 se presenta el procedimiento analítico del Test TCLP y la metodología de espectrometría de absorción atómica/generación de hidruros, para la lectura del arsénico, en tanto que en el ANEXO II.2 se incluye el Certificado analítico del CIMM del test TCLP realizado a la muestra de escorodita.

Para las dos muestras de escorodita analizadas se puede concluir que se trata de un residuo no peligroso, según el criterio utilizados por la EPA (Environmental Protection Agency) de los EEUU, bajo el parámetro de toxicidad.

El confinamiento de la escorodita en el depósito de residuos de Cerro Gris se realizará mediante apilamiento del material en vertederos de hasta cuatro (4) metros de altura en un sector especialmente habilitado para ello como se puede apreciar en la Figura 3.3-8 del capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental.

La base del vertedero estará cubierta con una carpeta de 3 mm de espesor de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) para evitar posibles percolaciones. Se construirán canaletas de cemento impermeable para recolectar las soluciones percoladas producto de las potenciales lluvias, las cuales serán conducidas a pozos de monitoreo o control ambiental periódicos.

Debido a que la escorodita generada en la PTIE posee un 30% de agua, se instalaran tubos de PVC perforados que permitan captar las percolaciones del agua contenida en la matriz escorodita – yeso, las que serán conducidas a un pozo recolector de drenaje (ver Figura 3.3-8), desde donde serán enviadas a la PTIE. Dicho procedimiento fue rectificado por el titular en el Adenda 01, el cual no se realizará debido a que no se generarán líquidos percolados, esto debido a que la escorodita contiene un 30% de humedad aparente, de la cual un 70% es agua química, la cual esta ligada químicamente a los distintos componentes cristalinos del residuo. La fracción restante d humedad es agua impregnada, la cual es será eliminada por evaporación en los primeros días despues de haber sido depositado el residuo.

Cada vertedero dispondrá de una protección superficial contra el viento tipo “malla raschell”, para evitar que éste arrastre el material fino seco. Una vez que se haya alcanzado la altura máxima de la pila (4 m), se cubrirá con una capa de 1 cm de gravilla o de escoria granallada para asegurar una buena aireación.

Toda la superficie destinada a la disposición de escorodita estará rodeada con una reja de protección y tendrá paneles destacados de advertencia.

d) Yeso.

Como residuo de la neutralización de la solución ácida del efluente de la planta de electroobtención directa de la PTIE, se obtiene yeso a una tasa de 135 tpd, el que será dispuesto en el Depósito de Cerro Gris de forma similar a como se dispondrá la escorodita.

e) Barros Anódicos.

Se producirán aproximadamente 2.100 tpa de barros anódicos comerciable, con aproximadamente 30% de plata y oro.

Las composiciones de los barros anódicos, se muestran a continuación:

Tabla 1.24. Composición Barro Anódico Crudo

ELEMENTOS	COMPOSICIÓN	UNIDAD
Cu	28 - 35	%
As	6 - 8	%
Fe	1 - 3	%
Se	4 – 6	%
Sb	7 – 9	%
Bi	0.6 – 0.9	%
Te	1.5 – 3.0	%
Ag	25 – 30	%
Au	0.5 – 1.0	%

Tabla 1.25. Composición Barro Anódico Descubrizado

ELEMENTOS	COMPOSICIÓN	UNIDAD
Cu	0.5 – 1.0	%
As	0.6 – 1.5	%
Fe	0.1 – 0.2	%
Se	6 – 8	%
Sb	8 – 10	%
Bi	0.9 – 1.5	%
Te	0.7 – 0.9	%
Ag	35 – 40	%
Au	0.6 – 1.5	%

f) Lodos Inertizados

Los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales, a un volumen de 12,4 kg/d, serán dispuestos en toneles cerrados y enviados a un relleno sanitario autorizado.

g) Residuos de diverso tipo generado por la operación Global del Complejo FRM

La operación del Proyecto FRM ha considerado, como eje principal de la gestión de los residuos sólidos generados producto de labores administrativas, de mantenimiento de equipos, maquinarias y estructuras y/o debido a suministro de insumos, la implementación de un **Centro de Manejo de Residuos Sólidos** (en adelante **CM-RIS**), el que se implementará en plena concordancia con las *Directrices Corporativas de Residuos Sólidos* de Codelco Chile (detalladas en el ANEXO II.3 del Estudio de Impacto Ambiental).

En el CM-RIS se depositarán transitoriamente los residuos sólidos generados en la fundición (a excepción de aquellos que son enviados al Depósito de Cerro Gris) de forma que estos sean clasificados de acuerdo a las siguientes categorías:

- Peligrosos comercializables (PC)
- Peligrosos no comercializables (PNC)
- No Peligrosos comercializables (NPC)
- No Peligrosos no Comercializables (NPNC)
- No clasificados (ND)

El diseño del CM-RIS permitirá albergar transitoriamente, de manera adecuada la proyección de residuos a generar por el Complejo FRM. Respecto a los residuos sólidos domésticos, en el CM-RIS se dispondrá también de un área especialmente habilitada para el acopio temporal de dichos residuos, desde la cual se podrá realizar el retiro centralizado de ellos hacia su depósito definitivo. Por otra parte, el área del CM-RIS también permitirá la disposición eventual y transitoria de Escorodita, la cual será dispuesta finalmente en Cerro Gris 1.

Una de las principales características de operación del Sistema de Gestión de Rises del Complejo FRM, es que los operadores de cada una de las áreas contarán con la capacitación suficiente para hacer una segregación de estos residuos en las mismas áreas donde se generan. Por otra parte y dentro de la directriz de minimizar la generación de residuos en origen, es que la gestión de abastecimiento del Complejo, contemplará principalmente la adquisición de materias primas a granel, y donde el proveedor retirará sus envases con el objeto de minimizar la generación de residuos en el interior del Complejo FRM.

El Centro estará ubicado en la zona nor-este del Complejo, abarcando un área de 9,5 hectáreas, donde además se considera una superficie que servirá para la disposición transitoria de residuos.

Las principales funciones del CM-RIS son las siguientes:

- Recepción, registro y pesaje de los residuos sólidos;
- Ordenamiento y almacenamiento de los residuos, según su clasificación (PC, PNC, NPC, NPCC, ND)
- Almacenamiento transitorio de RIS peligrosos, para posterior traslado a un depósito autorizado o destino prefijado;
- Preparación para el transporte por contratistas, compradores o empresas autorizadas de manejo de los rises;
- Depósito transitorio de Escorodita, previamente tratada, para disponer finalmente en Cerro Gris.
- Depósito final de Residuos No Peligrosos No Comercializables, en Cerro Gris;

Físicamente el CM-RIS considera las siguientes estructuras:

- *Sector de entrada:* Caseta de administración y control, incorporación de una báscula de camiones.
- Sector especialmente diseñado para la disposición transitoria de los residuos clasificados anteriormente: PC, PNC, NPC, NPNC y ND.
- *Sector de emplazamiento de los Residuos Peligrosos:* contempla canchas impermeabilizadas, con una pendiente que permita una captación y un drenaje de los eventuales líquidos que podrían derramarse; además se contempla una barrera de división de los residuos peligrosos de aquellos no peligrosos. En el caso que se produzca este evento, se procederá a recoger el material y acumular en un recipiente adecuado para su posterior envío a algún depósito autorizado, previo tratamiento.
- Establecimiento de un área para eventuales ampliaciones del área de depósito.
- Infraestructura e instalaciones anexas: cerco perimetral, caminos y vías interiores, iluminación y conexión eléctrica, abastecimiento de agua, instalaciones de prevención contra incendios, áreas verdes de reforestación, área expansión de depósitos, pretilas de contención de derrames. Además se instalarán recipientes especialmente diseñados para el depósito de algunos residuos.
- Área especialmente habilitada para manejo de emergencias, derivadas del contacto con alguna sustancia peligrosa que pueda dañar a las personas. Esto consiste básicamente en sistema de ducha de emergencia con agua y lo que se exija para estos casos.

Como norma general, los residuos deben clasificarse y segregarse dependiendo de sus características de peligrosidad y posibilidades de comercialización. Las especificaciones para colores de cada una de las categorías generales de segregación de residuos (PC, PNC, NPC, NPNC y ND) se indican en la tabla de la página 3-81 del capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental.

Los contenedores podrán ser pintados completamente con los colores distintivos o solo de color gris con la señalización correspondiente y el letrero con el color indicativo.

Paralelamente como un sistema de apoyo al CM – RIS, se considera la identificación, clasificación y control, en origen, de los residuos sólidos generados en el Complejo, a través de la elaboración de “*Tablas de Datos sobre Manejo de Residuos sólidos Industriales*”.

La generación de esta información será responsabilidad de cada Unidad del Complejo FRM y será agrupada de acuerdo a cada Centro Generador de Residuos. En el ANEXO II.4 del Estudio de Impacto Ambiental se presenta un modelo para Tabla de Datos de RILES, el cual podrá ser modificado en la práctica para el caso específico de FRM.

II. - SINTESIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES RELEVANTES Y DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACION Y COMPENSACION DEL PROYECTO.

2.1. - Principales impactos a generar por el proyecto.

Los principales impactos asociados a la operación del Complejo FRM son los siguientes:

Tabla 2.1. IMPACTOS PREVISTOS: OPERACIÓN GLOBAL DEL COMPLEJO FRM

Medio	Componente	Impacto
Medio Físico	Aire	- Incremento en la concentración de PM10 - Incremento en la concentración de SO₂ - Incremento en la concentración de NO₂ - Incremento en la concentración de CO - Incremento en la concentración de Arsénico - Incremento en el Nivel de Presión Sonora
	Suelos	- No se contemplan impactos
	Fauna	- Alteración de potencial sitio de nidificación de <i>Sterna lorata</i> - Alteración del patrón de comportamiento de la avifauna
Medio Socioeconómico y Cultural	Población	- Generación de empleo
	Flora y Vegetación	- No se contemplan impactos
Medio Construido	Equipamiento y Servicios	- Aumento en la demanda de equipamiento y servicios - Alteración del patrón de flujos viales
Medio Perceptual	Paisaje y Estética	- Alteración de la calidad visual - Alteración de la fragilidad visual
Ambiente Laboral		- Riesgo de accidentes - Emisiones fugitivas - Aerosoles ácidos
Otros		- Generación de residuos industriales y domésticos.

2.2. - MEDIDAS DE MITIGACION A IMPLEMENTAR.

2.2.1. - ETAPA DE CONSTRUCCION SECTOR FUREME Y CERRO GRIS 1

Componente Ambiental	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Generación de gases de combustión por uso de maquinaria.	Adecuada mantención mecánica de vehículos conforme a programa (exigencias a contratistas)

Componente Ambiental	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Generación de gases y material particulado por prueba de equipos, por marcha blanca y puesta en marcha	Capacitación de los trabajadores para evitar errores en las pruebas y ajustes. Asesoría técnica por parte de los proveedores. Exigencia de dejar completamente operativo todos los equipos.
Ruido de fondo	Generación de ruido por movimiento de vehículos y maquinaria de todo tipo.	En camiones se exigirá: Aseguramiento de carga y carrocerías . Mantención mecánica. Otros vehículos: Mantención mecánica. Se exigirá la mantención mecánica de las maquinarias. El impacto acústico será de carácter aleatorio y puntual (básicamente), llegando a emisiones máximas de ruido de 94 dB(A) a una distancia de 25 metros.
	Impacto en el ruido de fondo, por prueba de equipos, marcha blanca y puesta en marcha	Los equipos por diseño, propenderán a alcanzar 85 dB(A) a 1 m de distancia. De acuerdo al diseño, las naves donde se ubicarán los equipos constituirán barreras acústicas. En aquellos casos en que no sea posible aplicar dicho criterio, se considerarán las exigencias ambientales establecidas para el ambiente laboral.
Suelo	Impacto en las propiedades físicas del terreno por desarrollo de actividades de construcción (movimiento de tierra, fundaciones, caminos, etc.)	Se realizará una planificación anticipada de los sitios a intervenir. Cabe señalar que, el sitio Fureme está definido por el Plan Regulador para uso Portuario-Industrial.
	Generación de residuos sólidos domésticos	Los residuos sólidos se dispondrán en contenedores, los que serán depositados en un relleno sanitario especialmente diseñado en el sector de Cerro Gris.
Medio biótico	Alteración del patrón de nidificación del Gaviotín chico. Por el movimiento de camiones y la intervención antrópica en general	Se desarrollará un Programa de Investigación, a cargo de la Universidad de Antofagasta, que considerará los siguientes estudios: “Nidificación del gaviotín chico (<i>Sterna lorata</i>), en Bahía Mejillones del Sur: Mitigación y manejo para la protección de las poblaciones locales.” “Investigación, protección y vigilancia de la reproducción del gaviotín chico en Bahía Mejillones del Sur”. Se aplicará la experiencia internacional en el desarrollo de planes de protección y manejo de la especie <i>Sterna minus</i> , residente en California (USA).
	Alteración del hábitat de posibles poblaciones de reptiles por las distintas actividades a desarrollarse en Cerro Gris 1, no solo en la construcción, sino también en la operación.	Se desarrollará una campaña de monitoreo durante primavera, tendiente a dilucidar la presencia de reptiles en el área de Cerro Gris 1. En el caso que se detecte la presencia de este tipo de vertebrados, se establecerá un plan de manejo.

Componente Ambiental	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
Ambiente Laboral	Impacto acústico, material particulado y gases.	Protección para todos los trabajadores y aplicación de exigencias para ruido vigentes en la normativa para lugares de trabajo.
	Riesgo de accidentes en las personas, especialmente en la construcción y montaje	Se implementará Plan de Prevención de Riesgos específico para las etapas de construcción y puesta en marcha a través de la realización de talleres Hazop. Señalización de áreas de riesgos, control de accesos. Instrucción en el uso de equipos de protección personal. Cursos de Inducción. Otros.
Suelo y ambiente laboral (preferentemente)	Impacto por generación de residuos de diferente tipos durante la construcción debido a las distintas actividades que la conforman	Habilitación de patio de salvataje, en sector Fureme, con sitios específicos para cada tipo de residuo. Clasificación de las basuras, según procedencia y tipo. Implementación de contenedores cerrados y debidamente rotulados, según tipo de residuo. Se habilitará en el sector de Cerro Gris un relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos domésticos y sólidos no peligrosos no comercializables (NPNC).
Medio construido	Servicios e Infraestructura Local	El proyecto no contempla la construcción de campamento, por lo que no se espera una saturación de los servicios e infraestructura local. La mano de obra requerida para la construcción será transportada desde y hacia sus lugares de origen.
	Transporte de equipos de sobretamaño	Se procederá de acuerdo a las exigencias de la Dirección de Vialidad para el caso.

2.2.2. - ETAPA DE OPERACION SECTOR FUREME Y CERRO GRIS 1.

2.2.2.1. - Fundición

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Transporte de materias primas (concentrado y metal blanco) del Complejo Portuario Mejillones (CPM) a Fureme.	Emisión de material particulado a la atmósfera.	Aire	El transporte de concentrados se realizará por correas tubulares cerradas, con lo que se evitará la emisión de particulados.
Transporte de materias primas (concentrado y metal blanco) del CPM a Fureme	Caída de concentrado al suelo.	Suelo	Transporte por correas tubulares cerradas. Se dispondrá de electroimanes para la retención de objetos metálicos que pudiesen cortar las correas y con ello se produzcan derrames.
Descarga de materias primas (metal blanco y concentrado) en Fureme procedente del CPM	Emisión de material particulado a la atmósfera.	Aire	La correa tubular descargará en un recinto cerrado.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Transporte de materias primas (concentrado de cobre y metal blanco) e insumos por camiones a Fureme	Aumento del flujo vehicular.	Medio Construido e Infraestructura vial	No requiere medida de mitigación, ya que el flujo es bajo y se distribuirá desde las 8:00 a 20:00 hr el tránsito de camiones. Los flujos vehiculares asociados al proyecto, mantendrán bajo los grados de saturación en los cruces considerados.
Transporte de concentrado de cobre por camiones a Fureme	Emisión de material particulado a la atmósfera.	Aire	Los camiones, estarán provistos de carpas o sistemas de cierre del compartimento de carga.
Transporte de concentrado de cobre por camiones a Fureme	Caída de concentrado a las vías.	Suelo	Los camiones estarán provistos de carpas o sistemas de cierre del compartimento de carga. Es importante destacar que el concentrado de cobre es un compuesto de gran valor económico, por lo que el proyecto considerará todas las medidas tendientes a minimizar las pérdidas de éste.
Descarga de concentrado en Fureme desde camiones.	Emisión de material particulado a la atmósfera.	Aire	La descarga se efectuará en un recinto cerrado directamente a un chute de descarga. Se contará con equipos barredores del concentrado que no descargue en el chute. <i>El concentrado, en esta etapa, tiene un 8% de humedad lo que evita su dispersión como material particulado.</i>
Movimiento interno de camiones con concentrado en Fureme.	Depositación de concentrado en el suelo por arrastre en las ruedas de los camiones.	Suelo	Se contará con una estación de lavado de camiones para evitar el arrastre de partículas de concentrado en las ruedas de los camiones.
Movimiento interno de concentrado a través de correas transportadoras.	Contaminación del suelo por potencial caída de concentrado debido a la rotura de las correas.	Suelo	Se considera la instalación de electroimanes en los chutes de descarga para evitar roturas de las correas con elementos de fierro cortantes.
Descarga de cuarzo desde camiones	Emisión de material particulado.	Aire	Descarga directa, por medio de un conducto cerrado, hacia la tolva de alimentación.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Descarga de carbón coque.	Emisión de material particulado.	Aire	Descarga directa, por medio de un conducto cerrado, hacia la tolva de alimentación. Se habilitará un sistema de filtros mangas para captar el material particulado, emitido desde las tolvas.
Almacenamiento carbón coque	Riesgo de autocombustión del carbón coque.	Aire	Se considera el almacenamiento en bajas cantidades, para uno o dos días de operación. Se implementará un sistema de seguridad, basado en la inyección de nitrógeno, con lo que se evitará la autocombustión del carbón.
Mezcla de concentrado (de diferente procedencia y ley)	Emisión de material particulado	Aire	La mezcla de concentrados se realizará en un domo totalmente confinado, por lo que no habrá emisiones a la atmósfera.
Secado de concentrado	Emisión de vapor y potencial arrastre de particulado.	Aire	El aire de conducción y el vapor que se liberará producto del secado, pasarán por un filtro de mangas para recuperar el material particulado arrastrado y posteriormente, el aire limpio, será descargado a la atmósfera por una chimenea dedicada para cada secador (4 chimeneas totales). El secado se realizará con vapor de agua proveniente de las calderas recuperadoras de calor (intercambiadores) por lo que no se utiliza un combustible.
Alimentación de concentrado seco al CT (traspaso).	Emisión de material particulado en la inyección del concentrado seco al CT.	Aire	La descarga del concentrado seco se realizará a través de ductos cerrados por transporte neumático. La alimentación al CT se hará mediante inyección por toberas, por lo que no habrá emisiones a la atmósfera.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Fusión de concentrado en CT.	Generación de gases de fusión (SO ₂) (gases primarios).	Aire	La totalidad de gases se captarán en su fuente por una campana de extracción hermética, refrigerada y recubierta de material refractario. Desde aquí se conducirán al sistema de limpieza de gases, que consiste en el paso por una caldera intercambiadora de calor (para bajar la temperatura) y un precipitador electrostático (para remover el material particulado arrastrado). Posteriormente son forzados por un ventilador de tiro inducido para llegar finalmente a la sección de secado y limpieza de gases de las Plantas de Limpieza de Gases (Plantas de Acido Sulfúrico). Toda la línea de gases primarios de fusión se encontrará en depresión, por lo que no existirá la posibilidad de emitir gases fugitivos.
Sangrado (descarga) de escoria y de metal blanco desde el CT.	Generación de gases secundarios de fusión. Emisiones fugitivas que contaminen el ambiente laboral.	Aire	Las canales de descarga del metal blanco y escoria generados en el CT, se encontrarán confinadas. Los gases secundarios serán captados y conducidos a un sistema de limpieza de gases secundarios, consistente en un scrubber húmedo con hidróxido de sodio (soda). Este sistema permitirá captar gran parte del SO ₂ y la totalidad del material particulado. Los gases tratados se emitirán a la atmósfera por una chimenea.
Granallado de metal blanco y escorias	Potencial emisión de vapor de agua y arrastre de partículas.	Aire	La totalidad de vapor generado durante el proceso de granallado de materiales fundidos será condensado, clarificado y recirculado al proceso, por lo que no habrían emisiones de vapor.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Molienda y secado de Metal Blanco	Emisión de gases de combustión de gas natural. Emisión de material particulado a la atmósfera.	Aire	El proceso de secado de metal blanco utilizará como combustible gas natural. Las partículas de metal blanco arrastradas junto con los gases de combustión pasarán por un filtro de mangas , para posteriormente ser descargadas a la atmósfera a través de una chimenea dedicada. (una chimenea para cada línea de fusión).
Molienda y secado de metal blanco	Emisión de ruido.	Ruido de fondo	El diseño del proyecto considera una emisión de 85 dB(A) medido a 1 metro de distancia desde el punto de emisión, en aquellos casos en que no sea factible aplicar dicho criterio, se considerarán los estándares establecidos en la normativa ambiental para el ambiente laboral
Alimentación de metal blanco al FCF	Emisión de material particulado.	Aire	El sistema de alimentación de metal blanco y fundentes al FCF será totalmente confinado, por lo que no existirán emisiones.
Conversión del Metal Blanco.	Generación de gases primarios.	Aire	La totalidad de gases metalúrgicos generados en el FCF se captarán a través de una torre de salida de gases. Los gases pasan por un sistema de limpieza de gases similar al Convertidor Teniente.
Sangrado (descarga) de cobre blister y escoria.	Generación de gases secundarios de conversión. Emisiones fugitivas.	Aire	Las canaletas de descarga del cobre blister y escoria generados en el FCF, se encontrarán totalmente confinadas. Por lo tanto, no existen emisiones fugitivas. Los gases generados serán conducidos por un sistema de ventilación para posteriormente ser dirigidos a un sistema de filtro de mangas, captando el material particulado. Los gases tratados se emitirán a la atmósfera por una chimenea dedicada. Se considera un solo sistema de tratamiento de gases secundarios para las dos líneas de conversión.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Carga de cobre blister a hornos anódicos.	Emisión de gases por traspaso de material.	Aire	El cobre blister fundido será conducido por canaletas totalmente confinadas, por lo que no habrá emisiones.
Refinación de Blister	Generación de gases de oxidación.	Aire	Los gases de oxidación pasarán por un scrubber húmedo con soda que permitirá la captación del SO ₂ y material particulado, para posteriormente ser descargados a la atmósfera por una chimenea dedicada.
Refinación de Blister	Generación de gases de reducción.	Aire	Los gases de reducción pasarán por un incinerador que permita oxidar el CO generado; posteriormente pasarán por un filtro de mangas para ser emitidos a la atmósfera por chimenea dedicada.
Sangrado de cobre anódico.	Emisiones fugitivas de gases de reducción y oxidación.	Aire.	Los gases fugitivos serán captados en forma previa al ingreso del cobre anódico a las ruedas de moldeo, a través de un sistema de captación que los conducirá al sistema de gases secundarios del horno anódico y del FCF.
Moldeo de ánodos.	Emisión de vapor de agua (producto del enfriamiento de los ánodos).	Aire	El proceso se realizará en una instalación confinada, con lo que la emisión de vapor será menor.
Limpieza de escoria del HELE	Generación de gases de combustión del carbón coque.	Aire	Los gases de combustión del carbón coque pasarán a un incinerador donde se oxida el CO para transformarse en CO ₂ . Después del incinerador los gases pasarán a un sistema de scrubbers, para posteriormente ser emitido a la atmósfera a través de una chimenea.
Limpieza de escoria del HELE	Generación de escoria de descarte.	Suelo	La escoria generada será dispuesta en Cerro Gris 1.
Fundición de restos de ánodos en Horno vertical	Generación de gases de combustión.	Aire	La combustión en el horno vertical se produce sobre la base de gas natural. No habrá emisión de SO ₂ (se funden ánodos). Los gases de combustión (de gas natural) serán emitidos a la atmósfera por chimenea dedicada.

2.2.2.2. - Proceso de Refinería Electrolítica

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Lavado de cátodos y restos de ánodos.	Generación de RIL.	Ambiente laboral	Se destinará el RIL al estanque de almacenamiento de electrolito
Planta de tratamiento de barros anódicos	Generación de neblina ácida.	Ambiente laboral	Se considera la captación de los aerosoles ácidos generados en la autoclave y su posterior tratamiento en scrubbers húmedos, cuyo efluente es retornado al estanque de almacenamiento de electrolito. El sistema está diseñado con sensores de detección de neblina ácida.
Planta de tratamiento de barros anódicos	Generación de RIL	Sin componente ambiental asociado	Los residuos industriales líquidos serán enviados a la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes, para ser posteriormente recirculados en su totalidad al proceso.
Planta de descubrización del electrolito	Generación de neblina ácida.	Ambiente laboral	Se considera la captación de los aerosoles ácidos generados en las celdas de descubrización y su posterior tratamiento en scrubbers húmedos, cuyo efluente es retornado al estanque de almacenamiento de electrolito. Se considera la implementación de sensores para la detección de neblina ácida.
Planta de descubrización del electrolito	Generación de RIL	Sin componente ambiental asociado	Los residuos industriales líquidos serán enviados a la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes.

2.2.2.3. - Planta de Tratamiento Integral de Efluentes

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Disposición de escorodita y yeso.	Potencial Emisión de material particulado desde celdas de disposición de escorodita y yeso.	Suelo	El vertedero se cubrirá con malla raschel para evitar dispersión por efecto del viento. El sector estará cercado y debidamente señalizado.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Tratamiento de efluentes arsenicales	Generación de escorodita (arseniato férrico cristalino), yeso como un solo residuo.	Suelo	La escorodita y el yeso serán confinados en un vertedero con base estabilizada y recubierta con una carpeta de 3 mm de polietileno de alta densidad (PEAD), que existirá en Cerro Gris. Con el objeto de captar cualquier infiltración proveniente de la humedad contenida en la escorodita, se instalarán tubos de PVC perforados. Se instalará un sistema de recolección de estos líquidos, los que posteriormente serán tratados en la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes del Complejo (PTIE). Temporalmente la escorodita y el yeso se destinarán al Centro de Manejo de Residuos Sólidos, para posteriormente ser confinados definitivamente en Cero Gris 1.
Electro-obtención directa en Planta de electro-obtención.	Emisión de neblina ácida.	Aire	Al igual que en la Planta de Descubricación, se considera el empleo de sistemas mecánicos de atrapanieblas, los que impedirán la proyección de partículas de electrolito. Adicionalmente se proyecta una campana de captación de neblina sobre cada celda, cuyos gases serán tratados en un scrubber húmedo. Paralelamente se considera la instalación de un sistema de sensores de detección de neblina ácida.
Neutralización de efluente de Planta Electro-obtención (neutralización a muerte).	Generación de yeso	Suelo	Temporalmente se dispondrá en el centro de Manejo de Residuos Sólidos de Fureme y posteriormente serán confinados en Cerro Gris 1 en forma conjunta con la escorodita.

2.2.2.3. - Medidas de Mitigación Asociadas a la Operación Global del Complejo.

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Operación del Complejo FRM	Generación de Residuos Sólidos	Suelo y ambiente laboral	Se dispondrán en el Centro de Clasificación y Manejo de Residuos Sólidos. En este centro los residuos serán clasificados de acuerdo a su peligrosidad y posibilidad de comercialización. Se considera segregación en origen y rotulación específica para cada caso. El proyecto considera el abastecimiento de materias primas a granel y/o el retiro de envases por parte de los proveedores. Se habilitará en el sector de Cerro Gris un relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos domésticos y sólidos no peligrosos no comercializables (NPNC). La piscina que recepcionará los líquidos percolados provenientes del relleno sanitario, contará con una geomembrana de HDPE de 1,5 mm de espesor.
Operación del Complejo FRM	Alteración de potencial sitio de nidificación de <i>Sterna lorata</i> .	Medio Biótico	Se desarrollará un Programa de Investigación, liderado por la Universidad de Antofagasta, que considerará los siguientes estudios: “Nidificación del gaviotín chico (<i>Sterna lorata</i>), en Bahía Mejillones del Sur: Mitigación y manejo para la protección de las poblaciones locales.” “Investigación, protección y vigilancia de la reproducción del gaviotín chico en Bahía Mejillones del Sur”, ambos detallados en el ANEXO III.5.2. Se aplicará la experiencia internacional en el desarrollo de planes de protección y manejo de la especie <i>Sterna minus</i>, residente en el California (USA).

Proceso	Potencial Efecto y/o Impacto Ambiental	Componente Ambiental	Medidas de Mitigación
Transporte de insumos, productos y residuos	Alteración del nivel de servicio de la vialidad local	Medio construido. Infraestructura vial	A pesar del mínimo impacto que producirá la operación del Proyecto sobre el patrón de flujos vehiculares (como se puede verificar en la modelación del impacto vial descrita en el capítulo 6.3.3), se considera un mejoramiento de la intersección de las rutas A-1 y B-240 que permita mantener las actuales condiciones de circulación y seguridad en dicho punto, a través del cual se accederá al sector Cerro Gris.

Operación del Complejo FRM	Generación de Empleo	Medio Socio-económico y cultural	Se implementará un Modelo de Gestión de Recursos Humanos, que en su componente “Selección y reclutamiento” considerará el apoyo a instituciones locales y a la I. Municipalidad de Mejillones, proporcionando los perfiles de los cargos requeridos y apoyando la elaboración de las mallas curriculares, para la formación de los profesionales que el proyecto requiere. Con esta gestión se abren y potencian las posibilidades de contratación de mano de obra en Mejillones.
Operación del Complejo FRM	Incremento del nivel de presión sonora	Ruido	Este impacto es mínimo debido a los bajos niveles de emisión sonora de los equipos involucrados en el Complejo y a la ausencia de receptores en el área de influencia.

Operación del Complejo FRM	Emisión de ruido dentro del ambiente laboral.	Ambiente Laboral	El proyecto considera como criterio de diseño el cumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el ambiente laboral. En relación al ruido propiamente tal, la mayoría de los equipos se encontrarán protegidos. El diseño del proyecto, considera para todas las maquinarias, la emisión de 85 dB(A) medido a 1 metro de distancia. Por otro lado, muchos de los procesos son autónomos por lo cual se requiere escasa presencia de mano de obra en las cercanías de los equipos. Se entregará a los trabajadores los respectivos elementos de protección personal, además se limitará su exposición prolongada al ruido, según los tiempos establecidos por ley.
Operación del Depósito de residuos en Cerro Gris	Alteración de hábitats	Medio Biótico	En forma previa al inicio de la construcción del Proyecto se realizará una campaña de terreno en primavera de manera de identificar a las especies de reptiles que potencialmente puedan existir en la zona y elaborar los respectivos planes de manejo en caso de avistamientos.
Operación del Depósito de residuos en Cerro Gris 1	Cambio de uso de suelo en Cerro Gris	Suelo	No se consideran medidas de mitigación para el cambio de uso de suelo.
Operación del Depósito de residuos en Cerro Gris 1	Alteración de las propiedades del suelo	Suelo	Sin embargo, se implementará un sistema de recubrimiento del suelo mediante PEAD, en el sitio de acopio de escorodita y yeso.
Operación del Depósito de residuos en Cerro Gris 1	Alteración del patrón de drenaje en Cerro Gris	Medio Físico Hidrología	El diseño del proyecto considera un sistema de canales interceptores de potenciales aguas lluvias o escorrentías superficiales y captación de los drenajes desde las celdas de disposición de escorodita.
Operación del Depósito de residuos en Cerro Gris 1	Alteración del paisaje de Cerro Gris por depósito de escoria, escorodita y otros residuos	Paisaje Estética y	La ubicación del sector elegido para disposición de residuos en Cerro Gris 1 permitirá que éste no afecte mayormente la calidad visual del paisaje en el área, ya que los potenciales observadores se encuentran distantes y son ocasionales. Además la calidad visual media y fragilidad baja.

Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Impacto por generación de lodos.	Suelo y Salud de las personas	Se confinarán los lodos residuales en recipientes cerrados antes de su despacho a Cerro Gris 1, a un relleno sanitario especialmente diseñado.
---	----------------------------------	-------------------------------	--

2.3. - Plan de Control y Prevención de Riesgos.

El proyecto considerará la elaboración de un plan específico de prevención de riesgos que contempla la identificación, evaluación, tratamiento y control de riesgos potenciales durante la construcción y puesta en marcha. Este plan considera el análisis de riesgos a personas, bienes físicos y medio ambiente indicando sus formas de tratamiento y recomendaciones. La identificación de estos riesgos se realizará a través de “Talleres Hazop” específicos para esta etapa de la ingeniería.

El Plan de Prevención de Riesgos se enmarcará en los conceptos establecidos en la Política Corporativa de Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional de Codelco Chile y que se presenta en detalle en el Anexo I del Estudio de Impacto Ambiental.

Adicionalmente, se incorporan algunos aspectos relacionados con las contingencias más relevantes:

2.3.1. - Plan ante posibles lluvias en el sector Cerro Gris.

Los depósitos de escoria, escorodita y yeso no generarán líquidos percolados. En este contexto no hay considerado ningún sistema de monitoreo específico para el sitio de disposición de escorodita, sin embargo, el proyecto contempla un pozo de recolección de drenaje, el que sólo se espera pueda captar posibles percolaciones en casos de lluvias intensas (sobre 50 mm/día y por varios días).En caso de que esto ocurra, lo que se estima poco probable, se realizará un análisis químico (monitoreo) a los riles drenados hasta el pozo de recolección, para arsénico, cobre y fierro, aún cuando los análisis realizados al residuo (Test de TCLP y de SPLP) demuestran que no ocurre lixiviación de estos elementos, el drenaje por exceso de lluvia no debería liberar ningún elemento tóxico por sobre las normas establecidas.

Por otro lado, es importante destacar que no existen en el área aguas subterráneas que potencialmente pudiesen verse afectadas. Sin embargo, se cuenta con dos piezómetro ubicados bajo el área de influencia de los sitios de disposición de escoria y escorodita, los que serán monitoreados en el caso de ocurrir precipitaciones en el área.

2.3.2. - Falla en los equipos captadores de polvo.

Tanto los equipos de fusión (CT`s) y conversión (FCF`s), como las plantas de limpieza de gases, presentarán en su vida útil períodos de paralización, ya sea por actividades de mantención, programadas y no programadas, o causas que están más allá del control de los operadores.

Por esta razón, la configuración, los tamaños y números de las plantas deben resolver los efectos y consecuencias de estas paralizaciones de manera de mantener la eficiencia y valores máximos de emisión garantizados.

En todo caso en cualquier combinación de unidades de fusión/conversión, la mantención mayor de una planta de limpieza de gases debe ser simultánea con la paralización de una o dos unidades de fusión/conversión.

Con este objetivo el diseño de las plantas será en base al concepto de modularización para las dos etapas del proceso: Lavado/Limpieza y Contacto/Conversión de los gases lo que permite tener la flexibilidad de manejar situaciones de paralización de un CT o un FCF.

Asimismo, permite, en el caso de paralización de un tren de gases de las plantas de limpieza de gases, tratar la totalidad de los gases en los trenes restantes.

Para el Proyecto FRM se ha considerado, en forma preliminar, la instalación de dos (2) plantas de limpieza de gases. La configuración final será definida por la empresa especializada que suministrará las Plantas.

La flexibilidad considerada en el diseño y explicada anteriormente, permite resolver un variado rango de condiciones de operación que aseguran el cumplimiento de todos los parámetros medio ambientales para los cuales fueron diseñadas.

En el evento de una paralización imprevista parcial de las plantas de limpieza de gases, no coordinada con mantención programada o reparación de algún Horno de Fusión o Conversión, obligará a colocar fuera de operación a alguno de ellos, asegurando en todo momento no emitir gases metalúrgicos sin tratamiento hacia la atmósfera.

En el caso de una paralización total de la operación de las plantas de limpieza de gases, se colocarán fuera de operación a todas las fuentes generadoras de gases metalúrgicos, Fusión (CT`s) y Conversión (FCF`s).

Los otros sistemas asociados a la operación del Proyecto y que dicen relación con el tratamiento y limpieza de gases secundarios y control de emisión de material particulado son: Filtros de manga, Scrubbers húmedos (Lavadores de gases) y precipitadores electrostáticos.

El filtro de manga en general pierde eficiencia por rotura de los elementos colectores (mangas). Para evitar que esto ocurra, se realiza una mantención preventiva, basada en monitores continuos de la caída de presión y un control de temperatura permanente para evitar que se quemen el material que constituyen las mangas. Cuando un filtro falla de imprevisto, se detiene cambiar la manga, lo que implica la detención del o de los equipos de proceso asociados a ese sistema de captación.

La principal falla asociada a la operación de los precipitadores electrostáticos se refieren a la pérdida del diferencial de potencial de alguno de los campos eléctricos, falla del suministro eléctrico o un elevado arrastre de polvo desde las calderas. La falla de uno de los campos implica una disminución en la eficiencia de operación que debe ser absorbido por la sección de limpieza de gases. Ante la falla total de suministro eléctrico, todos los equipos de la Fundición se someten a un sistema de emergencia que significa la detención total de la planta y su posterior ingreso gradual a operaciones.

Finalmente, ante una falla en la operación de algunos de los sistemas Lavadores (Scrubbers) Húmedos, se deberá detener las operaciones que se vean afectadas por esta situación.

Adicionalmente, en el Anexo 1 del Adenda 02 al Estudio de Impacto Ambiental se presenta Plan de Prevención de Riesgos y Contingencias Proyecto Fundición y Refinería Mejillones.

2.4. - Medidas de Compensación.

El Proyecto Fundición y Refinería Mejillones no contempla medidas de compensación.

2.5. - Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

2.5.1. - Medio Físico.

2.5.1.1. - Meteorología

El programa de monitoreo de la Fundición y Refinería Mejillones considera el monitoreo de las condiciones meteorológicas y de calidad del aire del área. Para esto se instalará una estación meteorológica en los terrenos del Complejo FRM

En esta estación se realizarán las siguientes mediciones en cuanto a parámetros meteorológicos, que permitan obtener registros adecuados, para aplicar un modelo de calidad del aire: Temperatura, Dirección y velocidad del viento, Humedad relativa, Radiación Solar y Precipitación.

Todos los datos anteriores serán registrados con una frecuencia horaria, salvo las precipitaciones, que serán diarias, cuando se presente el evento.

2.5.1.2. - Calidad del Aire.

Para calidad del aire, el monitoreo considera la medición de los siguientes parámetros, a través de la instalación de cuatro estaciones de monitoreo:

- Anhídrido sulfuroso (SO₂)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Material Particulado respirable (MP10)
- Arsénico en el MP10

Las estaciones de registro de calidad del aire estarán en línea con la operación de la fundición, de manera de coordinar la ejecución de los Planes de Contingencia en caso de ser requerido.

En forma paralela, se remitirán los informes técnicos respectivos a la autoridad competente con los resultados de los programas de monitoreo de calidad de aire.

La ubicación de las cuatro estaciones de medición, según se indica a continuación, se dispondrán en función de las máximas concentraciones del SO₂, por considerarse que éste es elemento de mayor relevancia ambiental en la calidad del aire.

- Punto de máxima concentración anual, al norte de Fureme
(Coordenadas UTM: N 7.449.000; E 360.000)
- Punto de máxima concentración anual, al sur de Fureme
(Coordenadas UTM: N 7.446.000; E 360.000)
- Al interior del Complejo FRM (por definir el punto)
- En el entorno de Cerro Gris 1
(Coordenadas UTM: N 7.441.300; E 365.000)

No obstante esta propuesta del titular, se debe considerar que el titular se ha comprometido a instalar uno de los monitores en el sector poblacional de Mejillones a petición del Servicio de Salud de Antofagasta.

2.5.1.3. - Muestreo de Gases.

a) Muestreo Continuo.

Se propone la realización de un muestreo continuo de SO₂ para las siguientes chimeneas: Área Fusión (2 Chimeneas para gases secundarios CT y 2 Chimeneas para gases Hele), Área Conversión (1 Chimenea gases de ventilación de FCF y 1 Chimenea hornos de ánodos) y Área limpieza de Gases (2 Chimeneas de Planta Limpieza de Gases).

b) Muestreo trimestral.

Se propone la realización de un monitoreo con una frecuencia trimestral (a mediados de la época de invierno), para los gases que se indican: SO₂, NO_x y CO, para los siguientes equipos: 1 Chimenea para gases de molienda y secado de metal blanco, 1 Chimenea para gases horno shaft, 3 Chimeneas para gases de moldeo de ánodos y 1 Chimenea para gases de granallado.

2.5.1.4. - Muestreo de Material Particulado.

a) Monitoreo trimestral (a mediados de cada estación del año).

Se propone muestreo isocinético, con la finalidad de monitorear el material particulado, para las siguientes chimeneas, una vez cada tres meses: Area Fusión (1 Chimenea para gases de molienda y secado de metal blanco), Area Conversión (1 Chimenea para gases de ánodos, 4 Chimeneas para plantas de secado de metal blanco, 1 Chimenea de ventilación de FCF y 1 Chimenea de gases horno shaft) y Area limpieza de Gases (2 Chimeneas de planta limpieza de gases).

b) Monitoreo anual (invierno)

Se propone muestreo isocinético, con la finalidad de monitorear el material particulado, para las siguientes chimeneas una vez al año: Area Fusión (2 Chimeneas gases secundarios CT y 2 Chimeneas gases Hele), Area Conversión (2 Chimenea gases ventilación de bins (tolvas de FCF, 3 Chimeneas gases moldeo de ánodos y 2 Chimeneas granallado de escorias).

2.5.1.5. - Arsénico y Plomo.

Se propone el análisis de filtro para la determinación de arsénico y plomo en todas las chimeneas en que se determine material particulado y para las frecuencias indicadas.

2.5.1.6. - Modelación de Arsénico y Anhídrido Sulfuroso.

Con la información meteorológica y con los resultados de los monitoreos de calidad del aire, se modelará con frecuencia trimestral ambos parámetros.

2.5.1.7. - Hidrogeología.

Tal como se señaló en el Capítulo Nº 5 referido a la Línea Base Ambiental Hidrogeológica del Estudio de Impacto Ambiental no se encontró agua en los sectores estudiados, tanto para el área de Fureme como para el sector de Cerro Gris. Este último donde se ubicará la zona de depósito de escorias, escorodita y yeso.

Pese a lo anterior se ubicaron dos piezómetros en los sondajes realizados en el entorno de Cerro Gris 1, asociados a la quebrada Mejillones, de manera de poder monitorear un eventual nivel freático, en la medida que éste se presente. Los puntos donde se realizaron los sondajes y se instalaron piezómetros se presenta en la Figura 5.1-9, del Capítulo 5 “Línea Base” del Estudio de Impacto Ambiental.

Para que eventualmente se presente un nivel freático, es condición esencial, que se presenten lluvias asociadas a condiciones extremas. Por lo tanto, se propone mediciones de los piezómetros sólo en el caso de existir precipitaciones, que registren una altura de aguas de 10 mm en 24 horas (medido en Cerro Moreno o en la estación meteorológica a ubicar al interior del sitio Fureme).

2.5.1.8. - Ruido.

Se utilizará la metodología de medición establecida en el D.S. N° 146 de MINSEGPRES, donde se determina equipo de medición, condiciones de medición y determinación de calificación sonora.

El análisis incluirá la siguiente información:

- Nivel acústico equivalente y niveles máximos y mínimos.
- La distribución estadística del ruido para establecer la variabilidad.
- Las condiciones de funcionamiento de las fuentes de ruido.
- El momento del día en que se efectuaron las mediciones.
- El período de integración o de monitoreo utilizado.
- El criterio en la toma de muestras, deducido para el período y lugar.

Se realizará una medición al mes en seis puntos. Tres de ellos en el límite poniente de Fureme y tres a 50 y 100 m de los anteriores, equidistantes hacia el Complejo Portuario Mejillones. Con estas mediciones se podrá determinar el decrecimiento de la onda acústica, de acuerdo a su comportamiento en el aire. Dos de las mediciones se realizarán, en el contorno de Fureme, a 300 m de cada vértice, en tanto que el tercero equidistante de los otros dos.

Este monitoreo se realizará en un período inicial de seis meses, luego del cual se analizarán los resultados y dependiendo de éstos, se podría solicitar, a la autoridad respectiva, modificar la frecuencia de los monitoreos.

2.5.2. - Medio Biótico.

2.5.2.1. - Flora y Vegetación.

Debido a que la ausencia de especies vegetales, lo que determina la ausencia de impactos negativos, no se contempla el desarrollo de un plan de seguimiento.

2.5.2.2. - Fauna.

a) Reptiles

Dado que aún es incierta la presencia de reptiles en el área de influencia directa de Cerro Gris 1 y considerando la presencia de refugios rocosos, se realizará un monitoreo en período de primavera, en forma previa al inicio de la etapa de construcción. De acuerdo a los resultados, se presentará si procede, un plan de manejo a las autoridades competentes.

b) Aves

Se contempla el desarrollo, previo a la construcción, de los siguientes estudios que permitan definir medidas de mitigación y manejo tendientes a la protección de la especie *Sterna lorata*:

- Nidificación del gaviotín chico (*Sterna lorata*), en Bahía Mejillones del Sur: Mitigación y manejo para la protección de las poblaciones locales;
- Investigación, protección y vigilancia de la reproducción del gaviotín chico en Bahía Mejillones del Sur.

Las investigaciones serán desarrolladas por la Universidad de Antofagasta Asistencia Técnica S.A. y lideradas por el Dr. Carlos Guerra.

Este estudio tiene como objetivo general producir información sobre el proceso reproductivo y requerimientos del gaviotín chico, con el fin de evaluar potenciales impactos y proponer un programa efectivo de protección de los grupos nidificantes de Bahía Mejillones del Sur (Plan de Manejo), a través del desarrollo de una actividad permanente de observación y protección de la nidificación en el área, para la temporada 2002.

2.6. - Conclusión de los principales efectos ambientales.

2.6.1. - Alteración del habitat del Gaviotín Chico.

Tal como se señaló en el Estudio de Impacto Ambiental de la Fundición y Refinería Mejillones, el proyecto se emplazará en un área, que de acuerdo al plano regulador de Mejillones, está clasificada como zona portuario industrial con una superficie aproximada de 3.500 ha.

El impacto ambiental sobre esta área fue evaluado y aprobado a través de estudios ambientales específicos para dicho Plano Regulador, por lo que no es discutible que existe la potencial autorización para la instalación de múltiples empresas en el área (aún cuando aquellas no requieran ingresar al SEIA).

Aún considerando ésto, el Proyecto Fundición y Refinería ha tomado parte activa con relación a la protección de la especie *Sterna lorata*, a través de la contratación de estudios específicos de la especie en el área. Esto en forma previa a la aprobación de su Estudio de Impacto Ambiental y las consecuentes exigencias que la Resolución de Calificación de Impacto Ambiental establezca.

Es en este escenario que el Proyecto se compromete a implementar las medidas de mitigación, compensación y restauración que se desprendan de los resultados de los estudios “Nidificación del Gaviotín chico, *Sterna lorata* en Bahía de Mejillones del Sur: Mitigación y Manejo para la Protección de las Poblaciones Locales” e “Investigación, Protección y Vigilancia de la Reproducción del Gaviotín chico en Bahía Mejillones del Sur”, realizados por la Universidad de Antofagasta”.

Específicamente, El Proyecto se compromete a compensar mediante la protección de un sitio alternativo de nidificación que resulte como recomendación de los estudios anteriormente descritos y que sea acordado previamente con el SAG, autoridades Municipales y otras Autoridades competentes.

Adicionalmente, es necesario aclarar que no es posible comprometer la preservación de la especie, ya que ésta depende de una serie de factores externos (naturales y antrópicos) que están fuera del alcance del proyecto, de las autoridades y del país.

2.6.2. - Efectos sobre la calidad del aire debido a las emisiones de gases y partículas a la atmósfera.

El titular a aportado los antecedentes necesarios para evaluar el posible impacto de la calidad del aire en las zonas poblacionales, definiendo que no generarán impactos significativos, además, considera un plan de seguimiento de las variables que permitirán detectar problemas y solucionarlos en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Mayores antecedentes son aportados en el ítem correspondiente la cumplimiento de la normativa de calidad de aire.

2.6.3. - Efectos sobre los recursos suelo, recursos hídricos y biota, debido a la construcción y operación del vertedero en sector Cerro Gris.

El titular aporta los antecedentes suficientes para acreditar que se dispondrán residuos que no tienen las características de peligrosidad y por consiguiente no deberían generar impactos significativos sobre los recursos bióticos. Además, que se consigna las medidas apropiadas de protección del suelo y de recursos hídricos subterráneos, aun cuando no se ha detectado la presencia de estos, con lo cual las medidas implementadas son suficientes.

III. - CONCLUSIONES RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE Y LA PROPOSICIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION, COMPENSACION O REPARACION PROPUESTAS.

3.1. - Emisiones a la Atmósfera

3.1.1. - D.S. Nº 144/61, Normas para evitar Emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza

Aspecto que regula: Establece en su Artículo 1º la obligación de que los gases, vapores, humos, polvos, o contaminantes de cualquier naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deben captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto emitirá, en su etapa de construcción, material particulado debido a las actividades de construcción, la acción del viento sobre áreas de trabajo expuestas, el tránsito de vehículos por caminos interiores no pavimentados y en muy menor medida gases de combustión.

En la etapa de operación se generarán emisiones de material particulado por la circulación de vehículos, además de gases de combustión, derivados del proceso.

Cumplimiento: En el Capítulo 3, Descripción de Proyecto se señalan las medidas de captación o abatimiento de polvo y gases, contempladas para evitar peligros, daños o molestias a la comunidad, tanto en la etapa de Construcción como de Operación del Proyecto. Entre ellas se destacan: Exigir a las empresas contratistas el cumplimiento de la normativa relacionada con la emisión de gases de combustión de vehículos y maquinaria. Durante la operación, el proyecto considera la construcción de dos Plantas de Limpieza de Gases de doble contacto, que transforman en ácido sulfúrico el SO₂ generado en el proceso (gases primarios). Los gases secundarios generados en el proceso serán neutralizados en scrubbers húmedos y el material particulado será captado mediante el uso de filtros de manga y recirculado en su totalidad al proceso.

Este proyecto cumplirá de manera cabal con la normativa primaria para SO₂, por lo que se asegura con eso el cumplimiento de los estándares para evitar todo riesgo para la salud de la población.

3.1.2. - Res. Nº1.215/78, Normas Sanitarias mínimas para prevenir contaminación atmosférica

Aspecto que regula: Establece concentraciones máximas en el ambiente para material particulado y gases de combustión como Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂) detalladas en la Tabla 4.1 del Capítulo 4 del Estudio de Impacto Ambiental.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto emitirá, en su etapa de construcción, aunque en cantidad despreciable, CO y NO₂ como consecuencia de la combustión de combustibles derivados del petróleo en las maquinarias utilizadas.

En la etapa de operación, producto de la fusión de cobre, se generarán emisiones de SO₂ de y en menor medida, producto de la combustión de gas natural, se generarán emisiones de gases como CO y NO₂.

Cumplimiento: En el Capítulo 3 “Descripción de Proyecto” se señalan las medidas de captación o abatimiento de polvo y gases generadas en el proceso, tanto en la etapa de Construcción como de Operación del Proyecto. Entre ellas se destacan: durante la

construcción, se exigirá a las empresas contratistas el cumplimiento de la normativa relacionada con la emisión de gases de combustión de vehículos y maquinaria. Durante la operación, el proyecto considera el funcionamiento de dos Plantas de Limpieza de Gases de doble contacto, que transforman en ácido sulfúrico el SO₂ generado en el proceso (gases primarios de fusión y conversión), con una eficiencia de 99,83%, los gases secundarios generados en el proceso serán neutralizados en scrubbers húmedos, el material particulado será captado mediante el uso de filtros de manga y recirculado en su totalidad al proceso, en otros casos será abatido en los scrubbers húmedos y en el tren de lavado de gases de las Plantas de Limpieza de Gases (PLG).

En el Capítulo 6 “Evaluación de Impacto Ambiental”, se presentan los resultados de las modelaciones de calidad de aire en las que se obtienen las concentraciones de contaminantes debidas a las emisiones del Complejo FRM. Los valores de concentración estimados en el punto de máximo impacto correspondieron para el caso de SO₂ a 208,3 µg/m³ para 24 horas y 52,12 µg/m³ como concentración anual, para CO a 305,9 µg/m³ para 1 hora y 119.37 µg/m³ como promedio en 8 horas y para NO₂ a 16,5 µg/m³ como promedio anual. Al contrastar los valores estimados con las normas se puede establecer el pleno cumplimiento de las normas de calidad de SO₂, CO y NO₂. Con respecto a PTS, cuyo tamaño es superior al PM-10, se descarta su emisión a la atmósfera ya que los dispositivos de control presentan una alta eficiencia para las partículas gruesas, por lo que las emisiones de material particulado corresponderán fundamentalmente a PM10.

Mediante el Adenda 02 el titular realizó una modelación de calidad del aire para SO₂, considerando el caso en que Edelnor decidiera utilizar la calidad y cantidad máxima del Pet Coke declarado en su Estudio de Impacto Ambiental. De este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Máxima concentración anual	64,06 µg/m ³
Máxima concentración 24 horas	238,9 µg/m ³

En esta condición, existe pleno cumplimiento de la norma, aún cuando el valor máximo de la concentración estimada para el promedio anual alcanza el valor de latencia (80,075% del valor de la norma).

Debemos tener presente que los modelos predictivos de calidad del aire tienden a sobreestimar las condiciones ambientales, por lo que la situación de latencia es relativa ya que los resultados obtenidos corresponden al escenario mas desfavorable, pero menos probable de ocurrir.

Frente al escenario anteriormente descrito y aún considerando que las emisiones proyectadas de la FUREME corresponden a un 16% de la cantidad autorizada para Edelnor, y que el aporte de la FUREME en el punto de máxima concentración es del orden de un 3%, **El Proyecto** ha considerado modificar la altura de las siguientes chimeneas, con el objetivo de mejorar la dispersión de SO₂, ésto siempre y cuando, Edelnor mantenga las calidades del Pet coke, que estableció en su EIA.

Los códigos FRM 3 y 4, corresponden a las chimeneas de salidas de los gases secundarios de los Convertidores Teniente, en que se aumenta la altura de **70 a 100m**. (EIA, Tabla 6.3-2).

Los códigos FRM 5 y 6, corresponden a las chimeneas de salidas de los gases de los hornos eléctricos, en que se aumenta la altura de **70 a 100m**.

Los resultados de la modelación considerando estas modificaciones de alturas de chimenea, son los siguientes:

Máxima concentración anual	63,75 µg/m³
Máxima concentración 24 horas	238,9 µg/m³

Este análisis permite salir de la situación de latencia, sin embargo, de los resultados obtenidos se puede concluir que el aporte del proyecto FUREME frente a la clasificación de latencia de la cuenca es despreciable.

Previo a la fase de construcción, el Proyecto FRM se contactará con las autoridades ambientales, para tratar acerca de la pertinencia de modificar la altura de estas chimeneas de 70 a 100 m de altura.

3.1.3. - D.S. Nº 185/91 Ministerio de Minería. Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisores de Anhídrido Sulfuroso, Material Particulado y Arsénico en todo el territorio de la República.

Aspecto que regula: Establece norma primaria de calidad de aire para anhídrido sulfuroso SO₂, aplicable a todo el país, y norma secundaria de calidad de aire para anhídrido sulfuroso SO₂, destinada a proteger las explotaciones silvoagropecuarias y recursos naturales renovables. Excluyéndose del cumplimiento de las normas secundarias las áreas urbanas e industriales calificadas como tales. En la tabla 4.2. del capítulo 4 del Estudio de Impacto Ambiental se indican los valores de esta normativa.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: Durante la etapa de operación del proyecto se generarán emisiones de SO₂ producto del proceso de fusión de concentrados de cobre, conversión de metal blanco y en los procesos de limpieza de escoria en el Horno Eléctrico y en el proceso de refinación a cobre anódico en los Hornos de Anodo, además de gases de ventilación generados en diversos puntos.

Se excluye la aplicación de las normas secundarias en el área donde se instalará el complejo debido a que se realizará en un área clasificada como de uso industrial, y de acuerdo a lo señalado en este decreto “*estas normas excluyen áreas urbanas e industriales calificadas como tales*”

Cumplimiento: En el Capítulo 3 “*Descripción del Proyecto*”, se presentan en detalle las medidas que se han adoptado para mitigar las emisiones de SO₂, producto de la operación del Proyecto. Entre ellas destaca la instalación de dos Plantas de Limpieza de Gases de doble contacto, con una eficiencia de captación del SO₂ de un 99,83%, por medio de las cuales se tratan los gases primarios de fusión y conversión. Los gases secundarios del proceso de fusión y aquellos generados en el Horno Eléctrico y en los Hornos de Anodo serán tratados en scrubbers húmedos y posteriormente emitidos a la atmósfera.

Mediante el Adenda 02 el titular realizó una modelación de calidad del aire para SO₂, considerando el caso en que Edelnor decidiera utilizar la calidad y cantidad máxima del Pet Coke declarado en su Estudio de Impacto Ambiental. De este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Máxima concentración anual 64,06 µg/m³

Máxima concentración 24 horas 238,9 µg/m³

En esta condición, existe pleno cumplimiento de la norma, aún cuando el valor máximo de la concentración estimada para el promedio anual alcanza el valor de latencia (80,075% del valor de la norma).

Debemos tener presente que los modelos predictivos de calidad del aire tienden a sobreestimar las condiciones ambientales, por lo que la situación de latencia es relativa ya que los resultados obtenidos corresponden al escenario mas desfavorable, pero menos probable de ocurrir.

Frente al escenario anteriormente descrito y aún considerando que las emisiones proyectadas de la FUREME corresponden a un 16% de la cantidad autorizada para Edelnor, y que el aporte de la FUREME en el punto de máxima concentración es del orden

de un 3%, **El Proyecto** ha considerado modificar la altura de las siguientes chimeneas, con el objetivo de mejorar la dispersión de SO₂, ésto siempre y cuando, Edelnor mantenga las calidades del Pet coke, que estableció en su EIA.

Los códigos FRM 3 y 4, corresponden a las chimeneas de salidas de los gases secundarios de los Convertidores Teniente, en que se aumenta la altura de **70 a 100m**. (EIA, Tabla 6.3-2).

Los códigos FRM 5 y 6, corresponden a las chimeneas de salidas de los gases de los hornos eléctricos, en que se aumenta la altura de **70 a 100m**.

Los resultados de la modelación considerando estas modificaciones de alturas de chimenea, son los siguientes:

Máxima concentración anual	63,75 µg/m³
Máxima concentración 24 horas	238,9 µg/m³

Este análisis permite salir de la situación de latencia, sin embargo, de los resultados obtenidos se puede concluir que el aporte del proyecto FUREME frente a la clasificación de latencia de la cuenca es despreciable.

Previo a la fase de construcción, el Proyecto FRM se contactará con las autoridades ambientales, para tratar acerca de la pertinencia de modificar la altura de estas chimeneas de 70 a 100 m de altura.

El Titular está de acuerdo con el SAG, en cuanto a que el proyecto se emplaza en un área urbana clasificada como de uso industrial, por lo cual no es exigible el cumplimiento de la norma secundaria de calidad del aire, tal como se desprende de la lectura del inciso final del artículo 6º del Decreto Supremo 185 del Ministerio de Minería, el cual señala: “Del cumplimiento de estas normas secundarias se excluyen las áreas urbanas e industriales calificadas como tales.”

Aún considerando la existencia de un Plan Regulador que define los usos anteriormente citados, el Proyecto, en pleno conocimiento de la sensibilidad que existe en el área debido a que la Pampa de Mejillones es potencial sitio de nidificación de la especie Sterna lorata, se ha hecho cargo de la elaboración de estudios específicos que tendrán como objetivo identificar las zonas de nidificación, y proteger si es pertinente, aquellas colonias de mayor importancia.

En este contexto, la elaboración de dichos estudios permitirán responder a las inquietudes del SAG, en relación a los potenciales efectos que el desarrollo de éste y otros proyectos tenga sobre la citada especie, aún considerando que los efectos del desarrollo indiscutible de la zona definida como Industrial, no es responsabilidad del Titular del proyecto Fundición y Refinería Mejillones.

En relación a la sugerencia de este Servicio de modelar la dispersión de SO₂ para determinar el punto de máxima concentración horaria en el área, e incorporar así el potencial efecto sobre la especie Sterna lorata de este elemento, el Titular ratifica que el efecto del desarrollo del proyecto ha sido abordado a través de los estudios específicos en curso.

A mayor abundamiento, este criterio del titular, tiene además un correlato técnico, desde la perspectiva de las limitaciones de los modelos de dispersión de contaminantes, para períodos cortos de modelación. Desde este punto de vista, el modelo ISCST3, asume una condición uniforme de velocidad y dirección del viento durante el periodo de 1 hora para estimar las concentraciones en los receptores definidos. Esta condición estacionaria produce que la estimación del valor de las concentraciones sea más alto que el valor realmente medido, lo cual está fundamentado en numerosos estudios de validación efectuados por la US EPA.

Las estimaciones del modelo se ajustan de mejor forma para promedios temporales mayores a 1 hora, aumentando la confiabilidad a medida que el periodo temporal de promediación es mayor.

El análisis de los registros de las máximas concentraciones en 1 h. presenta un sesgo, producto de la condición estacionaria asumida por el modelo, el cual para una condición particular que no se ajusta al patrón promedio de circulación de un área, estima concentraciones mayores en un orden de 2 veces o más con respecto a las monitoreadas.

Desde un punto de vista estrictamente legal y práctico, no es posible que se aplique una norma horaria en una zona industrial. En efecto, si lo que se desea es tener un criterio para identificar los posibles impactos del SO₂ sobre el Gaviotín, en virtud de la operación de la zona, y tan sólo con objeto de entregar un criterio de análisis del problema, se hizo una comparación con una norma extranjera de tres horas.

Desde el punto de vista operacional, las normas horarias de calidad ambiental son poco prácticas en este tipo de proyectos ya que, un límite horario de calidad de aire no permite a la operación de una fundición responder oportunamente y ajustar las emisiones para corregir y mejorar la calidad de aire, es por esto que la experiencia a nivel internacional, ha llevado a este tipo de actividades a cumplir una normativa que considere el promedio, de al menos tres horas, de manera de proporcionar a la operación la oportuna capacidad de reacción y de aplicación de los planes de contingencia pertinentes, que permitan retomar las condiciones de calidad del aire del entorno.

A objeto de considerar el efecto de la emisión de SO₂ sobre el medio biótico en el área, y sólo de manera referencial, se ha realizado una modelación de la calidad del aire, considerando los promedios de tres horas, de acuerdo a las exigencias de la US EPA (National Ambient Air Quality Standards), la cual considera como norma secundaria el valor promedio de las concentraciones de SO₂ para un periodo de 3 horas (1.300 mg/m³), a diferencia del D.S. Nº 185 del Ministerio de Minería, que considera el promedio en 1 h. (1.000 mg/m³). A pesar que ninguna norma es aplicable en una zona industrial, la norma norteamericana de algún modo, da cuenta de promedios más realistas que incorporan la necesidad de un período de tiempo para que la operación de la planta pueda reaccionar frente a situaciones de mayores emisiones.

Los resultados de la modelación para el escenario BASE+FRM para promedios temporales de 3 h. entregan un valor máximo de 604,7mg/m³ el cual equivale a un 46,5% del valor de la norma US EPA. Por lo tanto, bajo estas condiciones no se supera la norma, y tal como se presenta en la lámina adjunta, los puntos de máxima concentración para el promedio de tres horas, no se ubican en las áreas identificadas como de nidificación de Sterna lorata, y se encuentran en el entorno del Sitio FRM. Con estos antecedentes se acoge la inquietud del Servicio de considerar el efecto del dióxido de azufre sobre el Gaviotín chico, aún cuando desde el punto de vista legal, no es exigible para el Proyecto Fundición y Refinería Mejillones.

Adicionalmente, el Titular reitera el compromiso de realizar, y ya lo está haciendo, un estudio científico sobre el gaviotín chico, que de respuestas a las distintas interrogantes que aún no se han abordado en el país. Con ello, se mantiene el firme propósito de proteger, en la medida de lo posible, esta especie en peligro de extinción.

Por último el Titular plantea, de acuerdo a los resultados de los estudios realizados para el Gaviotín chico, la posibilidad de instalar una estación de monitoreo de calidad del aire en el entorno del área que potencialmente sea definida como área de protección de esta especie.

3.1.4. - D.S. Nº 165/1998 Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Norma de Emisión para la regulación de Arsénico emitido al aire.

Aspecto que regula: Establece norma de emisión de Arsénico al aire para fuentes existentes y fuentes nuevas.

El estándar aplicable a fuentes nuevas que se instalen en cualquier parte del país especifica que deberán emitir una cantidad inferior o igual al 5% en peso del arsénico ingresado a la fuente emisora. Las fuentes emisoras de arsénico nuevas que procesan compuestos de cobre, además, deberán emitir una cantidad inferior o igual al 0,024% en peso a la alimentación ingresada a la fuente emisora.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: El proyecto generará emisiones de arsénico debido a que éste elemento se encuentra en las materias primas a tratar en el Complejo FRM, incluyendo los concentrados de cobre, el metal blanco y los ánodos de cobre.

Cumplimiento: Según se describe en el Capítulo 3 “*Descripción del Proyecto*”, gran parte del arsénico ingresado al Complejo FRM se volatiliza en los CT (74%), mientras que la fracción restante se fija a la escoria (12%) y forma parte del ánodo (14%). El arsénico volatilizado es captado en el tren de lavado de gases de la planta de ácido y posteriormente tratado en la PTIE del Complejo FRM, al igual que el arsénico presente en el ánodo, el cual se solubiliza en la refinación electrolítica.

La principal fuente emisora de arsénico del Complejo FRM corresponde a las emisiones de material particulado del secador de concentrado y las emisiones fugitivas de los diversos hornos y canaletas del Complejo. De acuerdo al balance de masa de este elemento, la emisión total de arsénico alcanzará un total de 17 tpa.

De acuerdo al balance de masa, el arsénico ingresado al proceso corresponde a 1.856 tpa en el concentrado, 4.180 tpa en el metal blanco y 35 tpa en los ánodos provenientes de Altonorte. Todos estos insumos poseen una concentración de As superior a un 0,005% en peso, y suman un total de As ingresado al proceso de 6.071 tpa.

La emisión total de As del Complejo FRM, correspondiente a 17 tpa, equivale a un 0,28% del total de As ingresado al Complejo y a un 0,00055% del total de la alimentación del proceso, según se observa en el balance de masas presentado en el Capítulo 3 “*Descripción del Proyecto*” del Estudio de Impacto Ambiental. De acuerdo a estas cifras, se observa el cumplimiento de la norma de emisión aquí planteada.

3.1.5. - D.S. Nº 59/98 Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Normas de calidad primaria para Material Particulado respirable, MP10.

Aspecto que regula: Establece norma primaria de calidad del aire para PM10, define los valores para situaciones de emergencia y establece metodologías de pronósticos y mediciones para todo el país.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 2º, la norma primaria para PM10 corresponde a 150 µg/m³N como concentración en 24 hr, la cual sólo puede ser excedida en el 2% de las mediciones efectuadas. Esta norma debe cumplirse en lugares habitados, verificados a través de mediciones en estaciones de monitoreo de MP10 con representatividad poblacional.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto, en su etapa de construcción, generará emisiones de PM10 debido al desarrollo de actividades de construcción de las instalaciones y al tránsito de vehículos por caminos interiores no pavimentados.

En la etapa de operación del proyecto se generarán emisiones de PM10 principalmente por los procesos de la fundición.

Cumplimiento: El PM10 contenido en los gases de fundición será capturado por filtros de manga, precipitadores electrostáticos con una eficiencia de 97 %, por lo tanto se emitirá un 3 % a la atmósfera, y tren de lavado de gases de las Plantas de Limpieza de Gases.

En el Capítulo 6 “*Evaluación de Impacto Ambiental*”, se realizó una modelación de calidad de aire para el contaminante PM10, en ella se puede observar el pleno cumplimiento de la normativa aquí citada, ya que en el punto de máxima concentración el valor estimado correspondió a $6,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 hora y $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual.

3.1.6. - Normativa: D.S. Nº 45/01 Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Modifica DS Nº 59/98.

Establece que la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado respirable MP10, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración anual.

Sin perjuicio de lo anterior, la modificación recién citada señaló que a contar del día 1° de enero de 2012, la norma primaria de calidad del aire para el contaminante MP10 será de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración de 24 horas, salvo que a dicha fecha haya entrado en vigencia una norma de calidad ambiental para material particulado fino, MP2,5, en cuyo caso se mantendrá el valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto, en su etapa de construcción, generará emisiones de PM10 debido al desarrollo de actividades de construcción de las instalaciones y al tránsito de vehículos por caminos interiores no pavimentados.

En la etapa de operación del proyecto se generarán emisiones de PM10 principalmente por los procesos de la fundición.

Cumplimiento: El MP10 contenido en los gases de fundición será capturado por filtros de manga, precipitadores electrostáticos, scrubbers y tren de lavado de gases de las Plantas de Limpieza de Gases. Esto hace que las emisiones de PM10 sean de las más controladas dentro del Complejo FRM, ya que estos sistemas de abatimiento de partículas son altamente eficientes, a modo de ejemplo, los filtros de manga tienen una eficiencia de diseño de 98 %.

En el Capítulo 6 “*Evaluación de Impacto Ambiental*”, se realizó una modelación de calidad de aire para el contaminante PM10, en ella se puede observar el pleno cumplimiento de la normativa aquí citada, ya que los puntos de máxima concentración arrojan valores de $6,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 hora y $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual.

3.1.7. - Art. 89º, D.F.L. Nº 725/68. Código Sanitario.

Aspecto que regula: Regula la higiene y seguridad del ambiente en los lugares de trabajo, correspondiendo al Servicio de Salud, controlar los siguientes aspectos: factores, elementos o agentes del medio ambiente que afecten a la salud, seguridad y bienestar de las personas; conservación y pureza del aire y evitar en él la presencia de materias u olores que amenacen la salud y seguridad de las personas.

Las Municipalidades no podrán otorgar permisos para instalación de industrias sin previo informe de la autoridad sanitaria.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El diseño del proyecto ha considerado como prioritario evitar todos aquellos eventuales focos de emisión fugitiva, sin embargo es factible que esto ocurra,

principalmente en las piqueras de los CT's y en los cabezales de granallado de escoria del HELE.

Cumplimiento: Las principales medidas de mitigación consideradas en el Proyecto, tendientes a evitar emisiones fugitivas se relacionan principalmente con el tratamiento de los gases primarios y secundarios de los procesos de fusión y conversión. Por otro lado, se considera la circulación de los gases de ventilación a través de canaletas cerradas, al igual que el sangrado de escorias y metal blanco.

3.1.8. - D.S. Nº 48/84. Reglamento de calderas y generadores de vapor.

Aspecto que regula: Condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deberán reunir todas las calderas en que se generen fluidos a temperaturas y presiones superiores a la atmosférica, ya sean móviles o estacionarias.

Organismo competente: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto considera la instalación de calderas, generadores de vapor y autoclaves en las instalaciones de la fundición y refinería.

Cumplimiento: Se exigirá de manera contractual a la empresa contratista el cumplimiento de los aspectos establecidos en este Decreto, en lo que se refiere a construcción e instalación. Durante la operación de la fundición y refinería se realizarán las mantenciones respectivas además de respetarse las condiciones de operación y seguridad especificadas a cada caso.

3.1.9. - D.S. Nº 594/99. Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Aspecto que regula: En lo que se refiere a emisiones y calidad del aire establece, entre otras cosas, la mantención de una buena ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador, particularmente en aquellos agentes químicos y físicos que puedan provocar efectos adversos en el trabajador.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Los procesos asociados a la fundición generarán gases, algunos de los cuales tendrán la potencialidad de generar emisiones fugitivas dentro del ambiente laboral.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado como criterio de diseño el cumplimiento de este decreto. Para esto se han considerado diversas medidas destinadas a controlar al máximo las emisiones fugitivas dentro del ambiente laboral, principalmente a través del tratamiento de los gases primarios y secundarios de los procesos de fusión y conversión. Por otro lado, se considera la circulación de los gases de ventilación a través de canaletas cerradas, al igual que el sangrado de escorias y metal blanco.

Pese a lo anterior, será obligatorio el uso de elementos de seguridad para los trabajadores, en este caso, el uso obligatorio de mascarilla.

3.1.10. - D.S. Nº 136/2001. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece Norma Primaria de Calidad del Aire para Plomo (Pb).

Aspecto que regula: Establece la norma primaria de calidad ambiental para el contaminante Plomo en el aire. Define la norma primaria anual en 0,5 microgramos por metro cúbico normal (0,5 µg/m³N) como concentración anual.

Pertinencia con el Proyecto: La operación del proyecto puede generar emisión de plomo en el material particulado ya que es un componente de los concentrados

Cumplimiento: De producirse emisión de plomo a la atmósfera éste sería arrastrado con el material particulado. Tal como se señaló anteriormente, el proyecto ha considerado la captación de polvos a través de filtros de manga, los cuales serán recirculados al proceso. También se considera el abatimiento de polvos en la operación de scrubbers húmedos y tren de lavado de gases en las Plantas de Limpieza de Gases.

En el Capítulo 6 “*Evaluación de Impacto Ambiental*” se realizó la modelación para Material Particulado, si se considera que éste puede contener porcentajes variables de plomo, dependiendo de la fuente emisora, los que varían de 0,02%, para el caso del particulado emitido por el Horno Shaft, a un 3,23% para el caso del particulado emitido por los hornos de ánodos.

A partir resultados de la modelación de calidad de aire para el contaminante Plomo Pb, se puede observar el pleno cumplimiento de la normativa aquí citada, ya que el punto de máxima concentración arrojan valores de 0,00568 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual, equivalente a 1,14% de la norma.

3.2. - Residuos Líquidos

3.2.1. - Ley Nº 3.133/16 Neutralización de residuos. D.S. Nº 351/92 Reglamento Ley Nº 3.133/16.

Aspecto que regula: La Ley Nº 3.133 establece diversas exigencias relacionadas con los procesos de neutralización de residuos, el Reglamento de dicha Ley, DS Nº 351/92 establece las especificaciones relacionadas con la disposición de residuos industriales líquidos (RILES) descargados en cauce natural o artificial, superficial o subterráneo, que conduzca aguas, o en vertientes, lagos, lagunas, depósitos de agua o terrenos que puedan infiltrar la napa subterránea o sistemas de recolección. Se prohíbe a los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles o de cualquiera otra especie, verter en los acueductos, cauces artificiales o naturales, que conduzcan aguas o en vertientes, lagos, lagunas o depósitos de agua, los residuos líquidos de su funcionamiento, que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, sin previa neutralización o depuración de tales residuos por medio de un sistema adecuado y permanente. Establece un sistema de permisos de operación para establecimientos que descargan riles y un sistema de permisos que autoriza el sistema de depuración y/o neutralización que se proponga adoptar.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Pertinencia con el proyecto: Los efluentes generados en la fundición, principalmente del sistema de lavado de gases de las plantas de ácido y de la Refinería, serán tratados en la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes, para posteriormente ser recirculados al proceso. El objetivo del tratamiento en la PTIE es adecuar la calidad de los líquidos, para su reutilización, a los requerimientos del proceso. En este contexto no constituyen un residuo líquido, sino forman parte integral del proceso global del complejo. El proyecto no considera la descarga de Riles a cursos de aguas.

Cumplimiento: Tal como se señala, no se descargarán residuos líquidos a cursos o masas de agua, o a alcantarillado, o a terrenos que puedan infiltrar. Los efluentes provenientes de los sistemas de limpieza de gases y de la refinería electrolítica, serán tratados en la Planta Integral de Tratamiento de Efluentes, y recirculados en su totalidad al proceso, principalmente a las etapas granallado de escoria y metal blanco.

3.2.2. - NCh 1333, Norma de Calidad de Agua para Diferentes Usos.

Aspecto que regula: Fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado; consumo humano; bebida de animales; riego; recreación y estética y vida acuática.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Pertinencia con el Proyecto: Los residuos líquidos de carácter doméstico, serán tratados en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas dentro de la FRM. Una vez tratados estos riles se obtendrá agua apta para el riego, la cual podrá ser recirculada al proceso y la fracción restante se destinará a la mantención de áreas verdes dentro del sector Fureme.

Cumplimiento: Tal como se señaló los RILES tratados cumplirán con la calidad especificada de agua para riego. Este cumplimiento se verificará a través de un programa de monitoreo a la salida de la PTAS.

3.2.3. - D.F.L. N° 725/68 Código Sanitario.

Aspecto que regula: Art. 71,72 y 73 Servicio de Salud aprueba y vigila disposición y tratamiento de Residuos Industriales Líquidos. Establece prohibición de descargar riles a cursos de agua sin antes proceder a su depuración.

Organismo Fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: Los efluentes generados en la fundición, principalmente del sistema de lavado de gases de las plantas de ácido y de la Refinería, serán tratados en la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes, para posteriormente ser recirculados al proceso. El objetivo del tratamiento en la PTIE es adecuar la calidad de los líquidos, para su reutilización, a los requerimientos del proceso. En este contexto no constituyen un residuo líquido, sino forman parte integral del proceso global del complejo. El proyecto no considera la descarga de Riles a cursos de agua.

Cumplimiento: Tal como se señala, no se descargarán residuos líquidos a cursos o masas de agua, o a alcantarillado, o a terrenos que puedan infiltrar. Los efluentes provenientes de los sistemas de limpieza de gases y de la refinería electrolítica, serán tratados en la Planta Integral de Tratamiento de Efluentes, y recirculados en su totalidad al proceso, principalmente a las etapas granallado de escoria y de metal blanco.

3.3. - Residuos Sólidos

3.3.1. - D.F.L. 725/68. Código Sanitario.

Aspecto que regula: En sus artículos 79 y 80 establece que para proceder a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase será necesaria la aprobación previa del proyecto por el Servicio Nacional de Salud, correspondiendo a este mismo organismo autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Los residuos sólidos generados por la construcción del proyecto serán principalmente escombros, restos de excavaciones, chatarra, embalajes, y otros.

Durante la etapa de operación, el principal residuo sólido será escoria de descarte, escorodita, yeso y residuos sólidos no comercializables. Estos se dispondrán en un botadero especialmente diseñado para estos efectos, ubicado a 11 km del complejo. El proceso de refinación genera barros anódicos y borras plomadas, los cuales serán vendidos a terceros.

Los residuos sólidos domésticos, serán retirados diariamente por empresas calificadas. Los residuos sólidos de carácter industrial, serán clasificados, y almacenados temporalmente en un Centro de Manejo de Residuos diseñado para este propósito.

Cumplimiento: Se solicitarán los permisos respectivos al Servicio de Salud para la disposición de escoria, escorodita y yeso en el sector de Cerro Gris 1. Por otro lado, en el Capítulo 3 “*Descripción de Proyecto*” se detalla el manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos que generará el proyecto, éstos serán clasificados de acuerdo a su peligrosidad y posibilidad de comercialización. Se dispondrá de un área de almacenamiento transitorio de residuos en forma previa a su destino final, lo que incluye también a los residuos domésticos. Se potenciará la segregación en origen de los residuos y la minimización en la generación de estos. Bajo este concepto, se contempla la adquisición de insumos a granel, y el retiro de los envases y toneles por parte de los proveedores.

3.3.2. - D.S. Nº 594/99. Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

Aspecto que regula: Establece, entre otras cosas, “*la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio debe contar con autorización sanitaria*”

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Durante la Operación del proyecto se generarán, tratarán, seleccionarán y almacenarán temporalmente residuos industriales sólidos, los cuales serán, en primera instancia, clasificados en un Centro de Manejo de Residuos Sólidos y posteriormente se depositarán en botaderos diseñados especialmente en el sector de Cerro Gris 1. Los residuos sólidos a disponer corresponden a escoria, escorodita, yeso y residuos sólidos no comercializables.

Cumplimiento: Se solicitarán los permisos respectivos al Servicio de Salud para la disposición de escoria, escorodita y yeso en el sector de Cerro Gris 1. Por otro lado, en el Capítulo 3 “*Descripción de Proyecto*” se detalla el manejo, almacenamiento y forma de disposición de los residuos sólidos que generará el proyecto. Se destaca que la escoria por ser un residuo inerte e insoluble no requiere de un manejo específico de aislamiento o confinamiento, la escorodita se depositará en canchas de confinamiento cubiertas con una carpeta de polietileno de alta densidad y se favorecerá su aireación para evitar revertir su condición de residuo inerte estable.

Además, se debe indicar al titular del proyecto que cualquier disposición de residuos fuera del predio industrial requiere autorización sanitaria para cumplir con la legislación vigente D.S. Nº 594/1999 del Ministerio de Salud.

Se acoge esta observación, se reconsiderará la clasificación de residuos industriales no peligrosos y no comercializables, para ser depositados en cerro gris, a los papeles, cartones y madera, privilegiando su retiro a empresas especialistas en la Región de Antofagasta. Tal como se señala en el Estudio de Impacto Ambiental, ítem 4.3.2 Residuos sólidos, pág. 4-13, el Titular o la empresa encargada del retiro de los residuos sólidos, solicitará los permisos para la disposición de residuos fuera del predio.

3.3.3. - D.S. Nº 594/99. Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Aspecto que regula: Establece, entre otras cosas, “*la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales fuera del predio debe contar con autorización sanitaria*”

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Durante la Operación del proyecto se generarán, tratarán, seleccionarán y almacenarán temporalmente residuos industriales sólidos, los cuales serán, en primera instancia, clasificados en un Centro de Manejo de Residuos Sólidos.

Cumplimiento: Los residuos generados se clasificarán de acuerdo a su peligrosidad y a su posibilidad de comercialización. En función de estos parámetros serán entregados a terceros para su inertización, disposición, tratamiento, comercialización, etc. Se solicitará el permiso respectivo. La empresa externa que se haga cargo del residuo deberá contar también, con la autorización indicada en el Art. 19º del DS 594.

3.3.4. - D.S. Nº 72/86 Ministerio de Minería Aprueba el Reglamento de Seguridad Minera.

Aspecto que regula: Reglamenta el funcionamiento de la actividad minera desde el punto de vista de la seguridad industrial.

Organismo fiscalizador: SERNAGEOMIN

Pertinencia con el proyecto: El Complejo FRM y el Botadero de Residuos sólidos en Cerro Gris 1, se estima forman parte de las actividades mineras.

Cumplimiento: La Fundición y Refinería Mejillones contará con un completo programa de higiene y seguridad industrial.

3.4. - Ruido

3.4.1. - D.S.Nº146/97 Ruidos molestos generados por fuentes fijas.

Aspecto que regula: Establece límite de ruido para uso de suelo industrial igual a 70 dB(A) de Nivel de Presión Sonora Corregido lento, valor que no debe excederse en 24 horas. Estos valores deben ser medidos donde se encuentre el receptor.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: El funcionamiento de los diversos equipos considerados en el proyecto generará ruidos.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado como criterio de diseño para los distintos equipos no superar una emisión de 85 dB(A), medidos a un metro de distancia del equipo. Aún considerando que este criterio no es aplicable a todos los equipos (Ej. Equipos de molienda), muchos de éstos se encuentran en recintos cerrados, por otro lado, la fundición y refinería ocupa un área de 148 ha y el perímetro del recinto estará cerrado. En este escenario, y considerando que el receptor más cercano será el Complejo Portuario Mejillones, y no habiendo interferencia con centros poblados, se estima se dará pleno cumplimiento a la norma señalada, lo que se medirá periódicamente.

3.4.2. - Artículo 5.8.4 Decreto Supremo N°47/1992, modificado por DS 75/2001 Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Aspecto que regula: Dispone de ciertas medidas que, en casos fundados, podrá disponer el Director de Obras Municipales, para el control de ruidos durante las faenas de construcción. De esta forma, podrá disponer que ciertas faenas ruidosas se realicen dentro de recintos cerrados, o bien, determinar las horas del día en que se realicen faenas de carga y descarga, entre otras.

Organismo fiscalizador: Dirección de Obras Municipales respectiva.

Pertinencia con el proyecto: Ruidos generados durante la etapa de construcción del proyecto.

Cumplimiento: Se dará cumplimiento a las restricciones que eventualmente disponga el Director de Obras.

3.5. - Transporte e Infraestructura

3.5.1. D.S. Nº 75/87. Establece condiciones para el transporte de carga.

Aspecto que regula: Señala que los vehículos que transporten desperdicios, arena, ripio u otros materiales, que puedan escurrirse o caer al suelo, contarán con medidas que eviten que ello no ocurra por causa alguna. Además en zonas urbanas, el transporte de material que produzca polvo, deberá efectuarse siempre cubriendo total y eficazmente los materiales con lonas o plásticos de dimensiones adecuadas, u otro sistema que impida su dispersión al aire.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Durante la construcción del proyecto se producirá transporte de materiales de construcción, susceptibles de emitir polvo. Además, durante la operación, se transportarán insumos (concentrado de cobre, cal, fundentes) también susceptibles de emitir polvo.

Durante la etapa de operación del proyecto se transportará concentrado, metal blanco, escoria y escorodita.

Cumplimiento: El cumplimiento de esta normativa se exigirá de manera contractual a las empresas transportistas, que brinden los respectivos servicios a Fundición y Refinería Mejillones, así como también a los camiones pertenecientes al complejo FRM, si así fuese. Dentro de las medidas se considera, para los camiones que transiten por zonas urbanas y para el transporte de materiales en que sea pertinente, el uso de camiones cerrados o debidamente cubiertos con algún elemento que impida la dispersión de material particulado.

3.5.2. - D.F.L. Nº 725/68, Código Sanitario.

Aspecto que regula: En su artículo Nº 81 establece que "*los vehículos y sistemas de transporte de materiales que, a juicio del Servicio de Salud puedan significar un peligro o molestia a la población, y los transportes de basuras y desperdicios de cualquier naturaleza, deberán reunir los requisitos que señale dicho Servicio, el que, además, ejercerá vigilancia sanitaria sobre ellos*".

Organismo Fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: Durante la operación del proyecto se efectuará transporte de diversos materiales y residuos como escoria y escorodita en vehículos especiales y/o en sistemas de transporte especialmente diseñados para esto.

Cumplimiento: Fundición y Refinería Mejillones velará para que el transporte de materiales y residuos no signifique peligro o molestia a la población local, a través del transporte en camiones cerrados o debidamente cubiertos, en aquellos casos que sea pertinente.

3.5.3. - D.S. Nº 298/94. Reglamenta transporte de cargas peligrosas por calles y caminos. Modificado por D.S. Nº 235, de 4 de septiembre de 1995, Modificado por DS Nº 116/01.

Aspecto que regula: Este reglamento establece que el transporte de sustancias peligrosas y de explosivos debe practicarse conforme a las normas de este reglamento. Tratando las

siguientes materias como: Vehículos y equipamiento; Carga, acondicionamiento, estiba, descarga y manipulación; Circulación y estacionamiento. Se consideran sustancias peligrosas aquellas que se definen en las Normas Chilenas Oficiales NCh 382/Of.89 y NCh 2120/Parte 1 Of.98.

Organismo fiscalizador: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte en vehículos de carga terrestre de ácido sulfúrico, sustancia corrosiva clasificada como peligrosa.

Cumplimiento: El ácido sulfúrico producido será vendido “a la puerta” del complejo. Fundición y Refinería Mejillones exigirá a sus potenciales proveedores de ácido sulfúrico y compradores el cumplimiento de la normativa citada.

3.5.4. - Resolución Exenta Nº 42. Secretaría de Transporte, Antofagasta. Establece Prohibición de circular por vías que indica de vehículos que transporten sustancias peligrosas. Febrero de 2002.

Aspecto que regula: Se prohíbe el ingreso de vehículos que transporten sustancias peligrosas a la ciudad de Antofagasta por la Ruta 26, sector Salar del Carmen. Se prohíbe también el ingreso de vehículos con carga peligrosas cuyo destino final no sea la ciudad de Antofagasta. Se autorizan rutas alternativas.

Organismo fiscalizador: Carabineros de Chile e Inspectores fiscales de la Dirección de Vialidad

Pertinencia con el Proyecto: La operación del proyecto involucra el transporte de sustancias peligrosas, principalmente ácido sulfúrico.

Cumplimiento: Se dará cumplimiento a este decreto, eliminándose el paso de camiones con sustancias peligrosas por la ciudad de Antofagasta. Se utilizarán las rutas alternativas utilizadas. Tal como se señaló anteriormente, el transporte de ácido sulfúrico será responsabilidad de los potenciales compradores, sin perjuicio de que Fundición y Refinería Mejillones exija de manera contractual el cumplimiento de esta normativa.

3.5.5. - D.S. Nº 158/81, Establece límites de pesos por eje y límite de peso bruto total.

Aspecto que regula: El presente decreto establece los límites de peso máximo bruto y por ejes con que los vehículos de carga podrán circular por los caminos del país, con el objetivo de evitar el deterioro prematuro del pavimento de calles y caminos.

Organismo fiscalizador: Carabineros de Chile e inspectores fiscales de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte en vehículos de carga terrestre de materiales de construcción, estructuras, equipos, insumos, productos y residuos, los que circularán por caminos públicos.

Cumplimiento: Se exigirá a las empresas contratistas y a los camiones pertenecientes a Fundición y Refinería Mejillones el cumplimiento de este decreto.

3.5.6. - Resolución Nº 11/91, Establece dimensiones máximas a vehículos que indica.

Aspecto que regula: Establece que los vehículos que circulen en la vía pública no podrán exceder las dimensiones que indica, en cuanto al ancho, largo y alto máximo. La dirección de vialidad podrá autorizar, en casos calificados, la circulación de vehículos que excedan las dimensiones establecidas como máximas, autorización que deberá ser comunicada a Carabineros de Chile.

Organismo fiscalizador: Carabineros de Chile e inspectores fiscales de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte en vehículos de carga terrestre de materiales de construcción, estructuras, equipos, insumos, productos y residuos, los que circularán por caminos públicos. Pudiendo requerirse vehículos de carga de dimensiones especiales.

Cumplimiento: Se exigirá a las empresas contratistas y a los camiones pertenecientes a Fundición y Refinería Mejillones el cumplimiento de este decreto.

3.5.7. - D.S. Nº 474/94, Modifica el decreto 18, de 18 de Enero de 1993.

Aspecto que regula: Implementa un mecanismo para la aplicación de las normas vigentes que regulan la circulación de los vehículos de carga por caminos públicos.

Organismo competente: Ministerio de Obras Públicas.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte en vehículos de carga terrestre de materiales de construcción, estructuras, equipos, insumos, productos y residuos los que circularán por caminos públicos.

Cumplimiento: Se exigirá a las empresas contratistas y a los camiones pertenecientes a Fundición y Refinería Mejillones el cumplimiento de este decreto.

3.5.8. - D.F.L. Nº 850/98, fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley 15.840 y D.F.L. Nº 206.

Aspecto que regula: Se refiere en su Artículo 30 al permiso especial de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas para transportar cargas que excedan los pesos máximos permitidos y al permiso o autorización para realizar caminos y obras de acceso desde predios particulares a caminos nacionales. Señala además que corresponde a la Dirección de Vialidad autorizar la forma y condiciones de la colocación de ductos para conducción de líquidos, gases o cables, postaciones y en general cualquier instalación que ocupe los caminos públicos y sus respectivas fajas de dominio público.

Organismo competente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte terrestre en vehículos de carga de materiales de construcción, estructuras, equipos, insumos, productos y residuos, los que circularán por caminos públicos. Pudiendo requerirse vehículos de carga de dimensiones especiales.

Cumplimiento: Se solicitarán los permisos respectivos para transportar cargas que excedan los pesos máximos permitidos (Dirección de Vialidad del MOP y Carabineros de Chile).

3.6. - Almacenamiento de Combustibles.

3.6.1. - D.S. Nº 379/85 Aprueba Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios.
Decreto Supremo Nº 90/1996 del Ministerio de Economía. Reglamento de seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.

Aspecto que regula: Esta normativa se aplica a todas las instalaciones industriales que almacenan o manipulan combustibles líquidos derivados del petróleo para consumos

propios. Establece las medidas de seguridad que se deben adoptar y tiene por objeto evitar, en lo posible, los riesgos de estas operaciones. Obliga al propietario, concesionario o administrador a obtener, previo a la puesta en servicio de los estanques, su inscripción en los registros de la SEC. En aquellas materias que no se encuentren reguladas específicamente, se estará a las disposiciones del DS 90/1996.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)

Pertinencia con el proyecto: El proyecto considera la construcción de tres estanques de acumulación de petróleo diesel N° 2; dos con capacidad de 50 m³ y uno con capacidad de 5 m³.

Cumplimiento: Se dará cumplimiento a las disposiciones de este reglamento, requiriéndose todas las autorizaciones que señala y cumpliendo con todas sus restricciones y medidas de seguridad.

El titular acoge la observación de la Dirección Regional de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 90/96 del Ministerio de Economía, los estanques serán certificados por una entidad o laboratorio reconocido por la SEC y se procederá a su reinspección cuando sea pertinente

3.7. - Sustancias Peligrosas.

3.7.1. - Resolución N°1001/1998 Servicio de Salud de Antofagasta. Establece obligación de informar al Servicio de todo derrame o accidente que involucre sustancias químicas.

Aspecto que regula: Establece que toda persona natural o jurídica que maneje sustancias químicas en la segunda región, debe informar al Servicio de Salud de Antofagasta, dentro del plazo de 24 horas, de todo derrame o accidente que involucre sustancias químicas, de manera de adoptar las medidas necesarias de protección a la salud de la población y el medio ambiente.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: En la FRM se manejará ácido sulfúrico, sustancia química clasificada como peligrosa, y otro tipo de materiales del mismo carácter.

Cumplimiento: Cualquier derrame o accidente relacionado con las sustancias químicas que se manejarán en las dependencias de la FRM, será comunicado al Servicio dentro del plazo establecido en la Resolución.

3.7.2. - D.S. N° 85/99. Declara Norma Oficial NCh 2.136/Of.89.

Aspecto que regula: Disposiciones de seguridad para el transporte de sustancias corrosivas (ácido sulfúrico).

Organismo competente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones,

Pertinencia con el proyecto: El proyecto requerirá el transporte de ácido sulfúrico en vehículos de carga terrestre a través de caminos públicos.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado la “venta a la puerta” del ácido sulfúrico producido en el complejo. Sin perjuicio de lo anterior, Fundición y Refinería Mejillones exigirá a las empresas transportistas el cumplimiento de la normativa específica.

3.7.3. - Norma Chilena Oficial NCh. 2136/Of.92. Instituto Nacional de Normalización (INN).

Aspecto que regula: Esta norma establece una clasificación del Ácido Sulfúrico para efectos de su transporte; los tipos de embalajes, envases y recipientes que se utilizan normalmente, así como disposiciones para su construcción; y las exigencias de seguridad aplicables al transporte de Ácido Sulfúrico.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: El proyecto contempla la producción, almacenamiento, utilización y distribución de ácido sulfúrico, sustancia corrosiva considerada como peligrosa.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado la “venta a la puerta” del ácido sulfúrico producido en el complejo. Sin perjuicio de lo anterior, Fundición y Refinería Mejillones exigirá a las empresas transportistas el cumplimiento de la normativa específica.

3.7.4. - Norma Chilena Oficial NCh. 2190/Of.93. Instituto Nacional de Normalización (INN).

Aspecto que regula: La presente norma establece los distintivos de seguridad (marcas, etiquetas, rótulos) para ser colocados sobre las mercancías o sobre envases, embalajes o bultos que contienen estas sustancias y sobre los medios de transporte en que se trasladan estas sustancias.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: El proyecto contempla la producción, almacenamiento, utilización y distribución de ácido sulfúrico, sustancia corrosiva considerada como peligrosa.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado la “venta a la puerta” del ácido sulfúrico producido en el complejo. Sin perjuicio de lo anterior, Fundición y Refinería Mejillones exigirá a las empresas transportistas el cumplimiento de la normativa específica.

3.8. - Calidad Lumínica de los cielos nocturnos

3.8.1. - D.S. Nº 686/1998 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica.

Aspecto que regula : La presente norma establece la cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, medida en el efluente de la fuente emisora, de la siguiente manera:

a. Las lámparas cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor a 15.000 lúmenes, no podrá emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior mayor al 0,8 % de su flujo luminoso nominal.

Las lámparas de flujo nominal superior a 15.000 lúmenes, no podrán emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior que exceda el 1,8 % de su flujo luminoso nominal.

Tratándose de las lámparas destinadas al alumbrado de vías públicas deberán, además, limitarse al espectro del ancho de banda de luz visible para el ojo humano (entre 350 y 760 nanómetros), para lo cual la eficacia luminosa de las fuentes de luz utilizadas no podrá ser inferior a 80 lúmenes por watt.

b. Las lámparas instaladas en proyectores, las instaladas en luminarias destinadas al alumbrado de jardines, playas, parques y demás áreas naturales y las destinadas al alumbrado ornamental de edificios y monumentos, cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor a 9.000 lúmenes, no podrán emitir un flujo hemisférico superior mayor al 5 % de su flujo luminoso nominal.

Estas lámparas deberán ajustarse a lo establecido en el punto a., incluida la exigencia sobre eficacia luminosa establecida para el alumbrado de vías públicas, cuando su flujo luminoso nominal sea superior a 9.000 lúmenes.

c. Las lámparas destinadas al alumbrado de instalaciones deportivas o recreativas se someterán a lo establecido en el punto a. desde las 2:00 horas AM.

d. Las lámparas destinadas a la iluminación de avisos y letreros no se someterán a lo establecido en el punto a. Sin embargo, desde las 1:00 horas AM no podrán emitir un flujo hemisférico superior mayor al 0,8 % de su flujo nominal.

Dicho porcentaje no será aplicable a aquellos anuncios y letreros que se ubiquen en recintos comerciales mientras permanezcan abiertos al público.

e. Los proyectores láser no se someterán a lo establecido en el punto a. Sin embargo, desde las 2:00 horas AM no podrán emitir flujo hemisférico superior, por lo que, en ese horario, no podrán orientarse sobre la horizontal.

f. Los horarios señalados en los puntos c., d. y e. Comenzarán a regir una hora después, durante los días sábados, domingos y festivos.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Electricidad y Combustible

Pertinencia con el proyecto: El proyecto contempla la instalación de alumbrado eléctrico exterior necesario para permitir la visibilidad en actividades nocturnas, así como instalación de luminarias que indiquen la altura de las chimeneas del complejo.

Cumplimiento : El diseño de la luminaria de la fundición y Refinería Mejillones se realizará en función de lo establecido en este Decreto de manera de no afectar la calidad de los cielos nocturnos de la II Región.

3.9. - Patrimonio Cultural

3.9.1. - Ley Nº 17.288. Ley sobre Monumentos Nacionales.

Aspecto que regula: Establece que los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropo-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional incluidas piezas paleontológicas son monumentos arqueológicos de propiedad del Estado y su hallazgo, durante cualquier tipo de excavación, debe ser informado inmediatamente al Gobernador de la Provincia, junto con la paralización de la actividad.

Organismo competente: Consejo de Monumentos Nacionales

Pertinencia con el proyecto: El proyecto ocupará una superficie total de 148 ha para la Fundición y Refinería y 100 ha para el área de depósito de residuos en Cerro Gris 1, ello implicará la intervención del terreno para la construcción e instalación de edificios y obras.

Cumplimiento: De acuerdo a los resultados obtenidos en el marco de la Línea Base arqueológica del presente estudio, no se reconocieron elementos o restos antropo-arqueológicos paleontológicos u otros del patrimonio histórico cultural, en el sitio Fureme. En el sector de Cerro Gris se encontró un único fragmento cerámico (9 x 6 cm) reconocido como un “hallazgo aislado”. En caso que durante las faenas de excavación se encontraran ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, se informará el hallazgo al Gobernador Provincial respectivo, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 26 de la Ley sobre Monumentos Nacionales y 23 del Reglamento de la Ley 17.288, sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas. El proyecto contempla una estricta observancia a las normas citadas.

3.10. - Ordenamiento Territorial

3.10.1. - Resolución N° 033/00. Aprueba Levantamiento del Plan Regulador de Mejillones.

Aspecto que regula: Establece la zonificación y uso del suelo del área urbana de la ciudad de Mejillones, la cual debe ser cumplida por los titulares de proyectos de inversión, en el sentido de que la instalación de una actividad se debe hacer en una zona compatible con la definición del instrumento y conforme con el uso de suelo preestablecido para ese tipo de actividad.

Organismo fiscalizador: Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.

Pertinencia con el proyecto: El proyecto FRM se materializará en dos sectores denominados Fureme y Cerro Gris. El sector Fureme se encuentra ubicado dentro del área que regula este instrumento de ordenamiento territorial, específicamente en una zona clasificada como de uso industrial. Está emplazado en Zona P1, que está definida como portuaria-industrial.

Cumplimiento: Las actividades a desarrollar en el Complejo FRM son compatibles con el uso de suelo definido por el instrumento de planificación territorial.

3.10.2. - Artículo 55 Decreto Supremo N°258 Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Aspecto que regula: Fija como atribuciones de la Comisión Mixta, las de conocer e informar técnicamente los asuntos relativos a modificaciones de límites urbanos y cambio de uso de suelo agrícola. Establece que las construcciones industriales a realizarse fuera de los límites urbanos, requerirán, previa a la aprobación por la Dirección de Obras Municipales, del informe favorable de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Agrícola que correspondan.

Organismo competente: SEREMI de Vivienda y Urbanismo y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Pertinencia con el proyecto: El sector de Cerro Gris, donde se emplazarán los botaderos de escoria, escorodita y yeso, corresponde a un área rural no considerada dentro del instrumento de ordenamiento territorial vigente, por lo que se debe solicitar cambio de uso de suelo.

Cumplimiento: Se requerirá el cambio de uso de suelo de acuerdo con la normativa citada.

3.11. - Construcciones Hidráulicas.

3.11.1. - D.F.L. N° 1.122. Código de Aguas.

Aspecto que regula: Establece que la alteración de cauces y construcción o modificación de obras de arte, abovedamiento, pasos sobre o bajo nivel, requerirá la aprobación de la DGA

Organismo competente: Dirección General de Aguas (DGA).

Pertinencia con el proyecto: Se contempla la construcción de obras de arte, abovedamientos y otras obras para la conducción de escorrentía superficial en el sector de Cerro Gris 1.

Cumplimiento: Se solicitará el permiso respectivo a la DGA.

3.12. - Flora y Fauna, y Protección Agrícola.

3.12.1. - D.S. N° 531. Convención para la protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas de América.

Aspecto que regula: Proteger y conservar en su medio ambiente natural, ejemplares de todas las especies y géneros de flora y fauna nativas, en número suficiente y en regiones lo bastante vastas para evitar su extinción por cualquier medio al alcance del hombre.

Organismo competente: Ministerio de Relaciones Exteriores y el Servicio Agrícola y Ganadero.

Pertinencia con el proyecto: Presencia en la zona de la especie *Sterna lorata* (Gaviotín Chico), especie clasificada como en peligro de extinción.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado la realización de un detallado estudio del Gaviotín Chico (*Sterna lorata*), el cual considera la identificación de las principales áreas de nidificación y la posterior definición de áreas de protección de esta especie. Por otro lado, se realizó un viaje a la Ciudad de California, Estados Unidos, para recopilar antecedentes relacionados con la protección de *Sterna minus*, especie de características similares a *Sterna lorata*. Esta experiencia ha permitido apoyar con antecedentes reales las actividades de estudio y protección del Gaviotín chico que Codelco realizará en la Bahía de Mejillones del Sur. El detalle de la metodología para el estudio y protección del Gaviotín chico, se presenta en el ANEXO III.5. del Estudio de Impacto Ambiental y los antecedentes proporcionados en el Adenda 01 y 02.

3.12.2. -Ley Nº 19.473. Nueva Ley de Caza. Decreto Supremo N° 5 del Ministerio de Agricultura. Reglamento Ley de Caza.

Aspecto que regula: Prohíbe la caza o captura de ejemplares de fauna silvestre en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como especies beneficiosas para la mantención del equilibrio del ecosistema natural. Se ha prohibido el levantamiento de nidos, la destrucción de madrigueras o la recolección de huevos o crías de dichas especies. En casos calificados, el SAG podrá autorizar dicha recolección para fines determinados.

El Reglamento contiene el listado de especies protegidas, y define el estado de conservación.

Organismo competente: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
y fiscalizador

Pertinencia con el proyecto: Presencia en la zona de Gaviotín chico (*Sterna lorata*), especie catalogada con densidades poblacionales reducidas y que se encuentra en peligro de extinción.

Cumplimiento: El proyecto ha considerado la realización de un estudio de mitigación y manejo para la protección de las poblaciones locales de Gaviotín Chico (*Sterna lorata*), el cual considera la identificación de las principales áreas de nidificación y la posterior definición de áreas de protección de esta especie. Por otro lado, se realizó un viaje a la Ciudad de California, Estados Unidos, para recopilar antecedentes relacionados con la protección de *Sterna minus*, especie de características similares a *Sterna lorata*. Esta experiencia ha permitido apoyar con antecedentes reales las actividades de estudio y protección del Gaviotín chico que Codelco realizará en la Bahía de Mejillones. El detalle de la metodología para el estudio y protección del Gaviotín chico, se presenta en el ANEXO III.5 del Estudio de Impacto Ambiental.

3.12.3. -D. L. 3.557/1981 que establece disposiciones sobre Protección Agrícola, del Ministerio de Agricultura.

Aspecto que regula: Este cuerpo legal no sólo pretende proteger la agricultura y los recursos naturales de incidentes ambientales (derrames a cursos de agua, contaminación de suelo, etc), si no que además persigue evitar el ingreso de plagas al interior del país.

Relación con el proyecto: En este último punto, la adquisición de maquinaria e implementos propios del proyecto que provengan desde el extranjero (de acuerdo a lo señalado por el titular en la página 13, Capítulo 3) y que vengan con embalaje, de madera pueden representar un riesgo de ingreso de plagas.

Los embalajes antes de salir de la zona primaria (puerto, aeropuerto, etc.), deben ser inspeccionados por inspectores del SAG, para lo cual se requiere coordinar su revisión previa a la salida de la zona primaria. Se pueden revisar algunos embalajes en el lugar de destino siempre y cuando vengan en contenedores o provistos de cubiertas que eviten el contacto con el exterior. Se solicita además instruir a sus agentes de aduana para que tengan conocimiento de esta situación.

Cumplimiento: El proyecto considerará todas las medidas necesarias tendientes a prevenir el ingreso al país de plagas de insectos u hongos cuarentenarios, considerando las sugerencias señaladas por este Servicio.

3.13. - Servicios Básicos

3.13.1. - D.S. Nº 594/99. Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Aspecto que regula: Todo lugar de trabajo deberá estar provisto de servicios higiénicos, de uso individual o colectivo, que dispondrán como mínimo de excusado, lavatorio y ducha.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta

Pertinencia con el proyecto: Durante la construcción y operación del proyecto se requerirá de servicios higiénicos para el personal.

Cumplimiento: Durante la construcción se contará con baños químicos para el personal, además de una casa de cambio con duchas. La cantidad de baños y la dimensión de la casa de cambio se realizará de acuerdo a la cantidad de trabajadores a contratar en la construcción y a lo establecido en esta normativa.

Durante la operación, se construirán servicios higiénicos y casa de cambio definitivos.

3.13.2. -D.S Nº 236/26. Reglamento general de alcantarillados particulares.

Aspecto que regula: En su Artículo 3º dispone que todo edificio público o particular que se construya y cuyas aguas servidas no puedan ser descargadas a un sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de un alcantarillado particular destinado a disponer de dichas aguas servidas, en tal forma que no constituyan molestia o incomodidad o un peligro para la salubridad pública.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Pertinencia con el proyecto: Durante la construcción y operación del proyecto se requerirá de servicios higiénicos para el personal. Esto implica que se generarán aguas servidas.

Cumplimiento: Durante la construcción se dotará de servicios higiénicos del tipo baños químicos.

Durante la operación se construirá un sistema de alcantarillado definitivo y se contará con una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, tal como se detalla en el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”

**3.13.3. - NCh 409/Parte 1 Of. 84.- Agua Potable – Parte 1: Requisitos
NCh 1.333/Of.78.- Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.**

Aspecto que regula: Fija criterios y límites máximos permisibles de presencia o ausencia de determinados elementos y compuestos químicos y naturales como requisitos de calidad del agua para consumo humano, riego y bebida de animales, recreación y estética, vida acuática.

Organismo fiscalizador: Servicio de Salud de Antofagasta.

Pertinencia con el proyecto: Rige la calidad del agua para las instalaciones de agua potable para el consumo humano.

Cumplimiento: Tal como se ha señalado, el abastecimiento de agua potable e industrial para la etapa de operación será realizado por terceros, los que deberán contar con las autorizaciones sanitarias respectivas, además de dar cumplimiento con la calidad de agua establecida en esta normativa.

3.13.4. - DFL Nº 1/82 Ley General de Servicios Eléctricos. D.S. Nº 327/98 Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos Artículos Nº 205, 206, 208, 210, 211, 212, 214, 217, 218, 219, y 220.

Aspecto que regula: Regula la producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Seguridad de las personas, la propiedad y el medio ambiente.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).

Pertinencia con el proyecto: El proyecto contempla instalaciones eléctricas para todas las instalaciones de la fundición y refinería.

Cumplimiento: La energía eléctrica será abastecida por terceros, el proyecto considera la construcción de subestaciones eléctricas al interior del predio industrial, instalaciones que se regirán por la normativa aquí citada.

3.13.5. -Oficio Circular Nº 4396/97, Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).

Aspecto que regula: Establece la obligatoriedad de declarar en la SEC las instalaciones interiores de gas industriales, a objeto de fiscalizar que el uso de este recurso energético no constituya peligro para las personas.

Organismo fiscalizador: Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Pertinencia con el proyecto: El proyecto contempla instalaciones de gas industriales en su realización.

Cumplimiento: El gas natural será abastecido por terceros y será responsabilidad de ellos la construcción de la red interna de gas. Codelco exigirá de manera contractual a la empresa proveedora el cumplimiento de lo aquí establecido.

3.13. 6. -Resolucion 610 de la S.E.C. condensadores eléctricos que puedan usar algún fluido dieléctrico, que no sean bifenilos policlorados, conocidos como ascareles, piralene, etc.

El Proyecto requerirá de transformadores de alta tensión, transformadores de media tensión, transformadores de servicios auxiliares, equipos de media y baja tensión, generadores de emergencia y banco. Estos equipos no utilizarán ni ascareles, ni piralenes, los líquidos a utilizar serán seguros ambientalmente

IV.- ANTECEDENTES RESPECTO A LOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES.

4.1. - Ex Artículo 92, Actual Artículo 91: Autorización sanitaria para la evacuación de aguas servidas. Regulado por el artículo 71, letra b) del Código Sanitario.

Pertinencia: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Complejo

De acuerdo al artículo 71 letra b) del Código Sanitario, le "corresponde al Servicio Nacional de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros".

Las aguas tratadas no serán dispuestas en el suelo ni en cauces o cuerpos de agua superficiales. Los caudales tratados serán recirculados al proceso o utilizadas como agua de riego para áreas verdes dentro del complejo.

Pertinencia: Planta de tratamiento de aguas servidas tipo modular en fase de construcción.

Se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes de acuerdo a:

a. En caso de disposición de las aguas por infiltración:

- La profundidad de la napa en su nivel máximo de agua, desde el fondo del pozo filtrante.
- La calidad del terreno para efectos de determinar el índice de absorción;
- La cantidad de terreno necesario para filtrar.

No aplica

b. En caso que las aguas sean dispuestas en un cauce superficial:

- La entrega del efluente sobre la superficie del agua.
- La forma de disposición de los lodos generados por la planta.

No aplica

De acuerdo al artículo 71 letra b) del Código Sanitario, le "corresponde al Servicio Nacional de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros".

Las aguas tratadas no serán dispuestas en el suelo ni en cauces o cuerpos de agua superficiales. Los caudales tratados a través de un sistema de tratamiento biológico del tipo lodos activados, serán recirculados al proceso o utilizadas como agua de riego para áreas verdes dentro del complejo.

Pertinencia: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Complejo

Se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes de acuerdo a:

a. En caso de disposición de las aguas por infiltración:

- La profundidad de la napa en su nivel máximo de agua, desde el fondo del pozo filtrante.
- La calidad del terreno para efectos de determinar el índice de absorción;

- La cantidad de terreno necesario para filtrar.
- c. En caso que las aguas sean dispuestas en un cauce superficial:
 - La entrega del efluente sobre la superficie del agua.
 - La forma de disposición de los lodos generados por la planta.

De acuerdo al artículo 71 letra b) del Código Sanitario, le "corresponde al Servicio Nacional de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros".

Las aguas tratadas no serán dispuestas en el suelo ni en cauces o cuerpos de agua superficiales. Los caudales tratados a través de un sistema de tratamiento biológico del tipo lodos activados, serán recirculados al proceso o utilizadas como agua de riego para áreas verdes dentro del complejo.

4.2. - Ex Artículo 94, actual Artículo 93: En los permisos para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicio de cualquier clase; o para 1a instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercialización o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los artículos 79 y 80 D.F.L 725/68, Código Sanitario.

Pertinencia: El Proyecto contempla la disposición de residuos sólidos industriales en el sector de Cerro Gris 1, en una superficie de 100 ha.

En el Estudio se señalaran las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes medioambientales que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

- a) El tipo de instalación y residuos que se dispondrán

Las características de los residuos que serán dispuestos en Cerro Gris y las características de su disposición se ha presentado en el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”, Item 3.2.5.3 “Residuos Sólidos”, letra a) depósito de Residuos sólidos Cerro Gris”

- b) Las características del terreno.

Las características del terreno donde se realizará la disposición de residuos sólidos en Cerro Gris 1, se ha presentado en el Capítulo 5 “Línea Base”, Item 5.1.5 “Suelos” e Item 5.1.4 “Geología e Hidrogeología”

- c) Las medidas de control de emisiones de material particulado en los caminos de acceso e internos que se pretenda implementar.

Las medidas a considerar se detallan en el Capítulo 7 “Medidas de Mitigación”

- d) El programa de aprovechamiento de gas o transformación del gas en CO₂ y vapor de agua que se propone implementar.

No Aplica

- e) El manejo y control de los líquidos percolados.

El manejo de los líquidos percolados en la disposición de escorodita se presentan en el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto” Item 3.2.5.3 “Residuos Sólidos”, letra a) depósito de Residuos sólidos Cerro Gris”

- f) El manejo adecuado de las aguas que puedan ingresar al lugar de disposición.

Las aguas que potencialmente por escorrentías podrían ingresar al sitio de disposición de escorias serían interceptadas a través de un canal perimetral y desviadas. El diseño será abordado en las etapas posteriores de la ingeniería.

- g) El cierre perimetral del relleno.

Se considera el cierre perimetral de terreno con malla de fierro galvanizado tipo “Acma”, con postes de fierro en dados de concreto. Los accesos serán debidamente controlados y señalizados.

Pertinencia: El Proyecto contempla la disposición de residuos sólidos industriales en el sector de Cerro Gris (Escoria de descarte, Escorodita y Yeso).

En el Estudio se señalarán las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes medioambientales que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

- a) El tipo de instalación y residuos que se dispondrán

Las características de los residuos que serán dispuestos en Cerro Gris y las características de su disposición se ha presentado en el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”, Item 3.2.5.3 “Residuos Sólidos”, letra a) depósito de Residuos sólidos Cerro Gris”, y en plano presente en el Anexo 3 “Descripción del Proyecto”.

- b) Las características del terreno.

Las características del terreno donde se realizará la disposición de residuos sólidos en Cerro Gris 1, se ha presentado en el Capítulo 5 “Línea Base”, Item 5.1.5 “Suelos” e Item 5.1.4 “Geología e Hidrogeología”

- c) Las medidas de control de emisiones de material particulado en los caminos de acceso e internos que se pretenda implementar.

Las medidas a considerar se detallan en el Capítulo 7 “Medidas de Mitigación”

- d) El programa de aprovechamiento de gas o transformación del gas en CO₂ y vapor de agua que se propone implementar.

No Aplica, ya que por tratarse de residuos no orgánicos, no se generará gas ni CO₂.

- e) El manejo y control de los líquidos percolados.

No aplica. Debido a las características que poseen los residuos a confinar (escoria, escorodita y yeso), no se prevee la generación de líquidos percolados.

- f) El manejo adecuado de las aguas que puedan ingresar al lugar de disposición.

Las aguas que potencialmente por escorrentías podrían ingresar al sitio de disposición de escorias serían interceptadas a través de un canal perimetral y desviadas. El diseño será abordado en las etapas posteriores de la ingeniería.

- g) El cierre perimetral del relleno.

Se considera el cierre perimetral de terreno con malla de fierro galvanizado tipo “Acma”, instalada en postes de fierro de 1,8 m. de altura. Los accesos serán debidamente controlados y señalizados.

Pertinencia: El Proyecto contempla la construcción de un vertedero para residuos sólidos no peligrosos no comercializables en el sector de Cerro Gris.

En el Estudio se señalaran las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes medioambientales que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

- a) El tipo de instalación y residuos que se dispondrán

Las características de los residuos que serán dispuestos en el vertedero industrial de residuos NPNC y las características de su disposición se ha presentado en el Anexo 3 del presente Addendum.

- b) Las características del terreno.

Las características del terreno donde se dispondrán los residuos industriales NPNC se ha presentado en el Capítulo 5 “Línea Base”, Item 5.1.5 “Suelos” e Item 5.1.4 “Geología e Hidrogeología” del EIA, y complementados en el Anexo 3 “Línea Base” del presente Addendum.

- c) Las medidas de control de emisiones de material particulado en los caminos de acceso e internos que se pretenda implementar.

Las medidas a considerar se detallan en el Anexo 3 “Medidas de Mitigación” del presente Addendum.

- d) El programa de aprovechamiento de gas o transformación del gas en CO₂ y vapor de agua que se propone implementar.

No Aplica, ya que por tratarse de residuos industriales no orgánicos, no se generará biogas ni CO₂.

- e) El manejo y control de los líquidos percolados.

No Aplica, ya que por tratarse de residuos industriales no orgánicos, no se generarán líquidos percolados. A pesar de ello, el vertedero considera tubos de captación para potenciales infiltraciones asociados a la ocurrencia de precipitaciones en el área del vertedero.

- f) El manejo adecuado de las aguas que puedan ingresar al lugar de disposición.

El vertedero de residuos industriales NPNC contará con un sistema perimetral de captación de aguas lluvias, evitando de este modo el escurrimiento de estas sobre las celdas de disposición de residuos.

- g) El cierre perimetral del relleno.

Se considera el cierre perimetral de terreno con malla de fierro galvanizado tipo “Acma”, con postes de fierro en dados de concreto. Los accesos serán debidamente controlados y señalizados.

Pertinencia: El Proyecto contempla la construcción de un vertedero para residuos de tipo domiciliarios, además de la disposición de los lodos de la PTAS.

En el Estudio se señalarán las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes medioambientales que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

- a) El tipo de instalación y residuos que se dispondrán

Las características de los residuos que serán dispuestos en el vertedero industrial de residuos NPNC y las características de su disposición se ha presentado en el Anexo 3 “Descripción del Proyecto” del presente Addendum.

- b) Las características del terreno.

Las características del terreno donde se dispondrán los residuos industriales NPNC se ha presentado en el Capítulo 5 “Línea Base”, Item 5.1.5 “Suelos” e Item 5.1.4 “Geología e Hidrogeología” del EIA, y complementados en el Anexo 3 “Línea Base” del presente Addendum.

- c) Las medidas de control de emisiones de material particulado en los caminos de acceso e internos que se pretenda implementar.

Las medidas a considerar se detallan en el Anexo 3 “Medidas de Mitigación” del presente Addendum.

- d) El programa de aprovechamiento de gas o transformación del gas en CO₂ y vapor de agua que se propone implementar.

El biogas generado en el relleno sanitario de RSD será captado y posteriormente combustionado, según se detalla en el Anexo 3 “Descripción del Proyecto” del presente Addendum.

- e) El manejo y control de los líquidos percolados.

Los líquidos percolados generados en el relleno sanitario de RSD serán captados, conducidos a una piscina de acumulación y posteriormente recirculados a las celdas de disposición de residuos, según se detalla en el Anexo 3 “Descripción del Proyecto” del presente Addendum.

- f) El manejo adecuado de las aguas que puedan ingresar al lugar de disposición.

El relleno sanitario de residuos domésticos y lodos inertizados contará con un sistema perimetral de captación de aguas lluvias, evitando de este modo el escurrimiento de estas sobre las celdas de disposición de residuos.

- g) El cierre perimetral del relleno.

Se considera el cierre perimetral de terreno con malla de fierro galvanizado tipo “Acma”, con postes de fierro en dados de concreto. Los accesos serán debidamente controlados y señalizados.

4.3. - Ex Artículo 95, actualmente derogado.

4.4. - Ex Artículo 97, actual Artículo 96: Para las construcciones industriales, fuera de los límites urbanos, a que se refieren los incisos 3º y 4º del artículo 55 del D.F.L. Nº 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para el lugar en que se depositarán las escorias se incluirán las medidas y/o condiciones ambientales adecuadas que eviten la pérdida y degradación del suelo.

Pertinencia: Depósito de Residuos Sólidos en Cerro Gris 1.

Las características del depósito de residuos sólidos en Cerro Gris, se presentan en el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”. Las características geológicas, hidrogeológicas y la descripción de los suelos para el área de influencia se presentan en el Capítulo 5 “Línea Base Ambiental”. Del Estudio de Impacto Ambiental.

Según se observa en la Descripción del Proyecto, los residuos sólidos a depositar en Cerro Gris1 son inertes y estables, de acuerdo a su caracterización química y test TCLP. La escorodita se confinará en celdas protegidas con polietileno de alta densidad. Se solicitará el cambio de uso de suelo de rural a industrial.

Las superficies consideradas en la disposición de residuos son las siguientes:

Relleno sanitario : 2,34 ha (aproximadamente 150m x 150m)
Vertedero Industrial : 18, ha (aproximadamente 560m x 330m)
Botadero de escombros : 6,65 ha (aproximadamente 300m x 200m)
Superficie total = 269.900 m² = 26,95 há

Al revisar el plano citado, efectivamente la suma total de las superficies de los mismos depósitos de residuos es de 48,8 há, ésto debido a un error en la superficie del relleno sanitario indicada en el plano (dice AREA = 23.5, debiendo decir AREA = 2.35 há).

Ahora, si bien la superficie destinada a estos tres depósitos de residuos es de 26,95 ha, hay que agregar las áreas destinadas al confinamiento de la escoria, la escorodita y el yeso, lo que sumado a los caminos de acceso y conexión, da una superficie de 691,35 há.(aproximadamente 700 ha).

En el contexto anterior, la superficie afecta a cambio de uso de suelos, para esta fase del proyecto, alcanza un total de 691,35, lo que implica Cerro Gris 1,2 y 3. Esto para la disposición de escoria, escorodita, yeso y los vertederos antes citados.

Por otro lado y para efectos de la evaluación ambiental del área de Cerro Gris, se recorrió, caracterizó y evaluó un total aproximado de 1.730 ha (es decir, Cerro Gris 1,2,3,4 y 5 además de área de conexión entre la Ruta 1 y Cerro Gris).

4.5. - Ex Artículo 91, actual Artículo 90:Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros, a que se refiere el artículo 71 letra b) del D.F.L. 725/67, Código Sanitario.

Pertinencia: Planta de Tratamiento Integral de Efluentes

El detalle del proceso y de las características de la operación de la Planta de Tratamiento Integral de Efluentes, se presenta en el Capítulo 3, numeral 3.3.2.3, página 3-48 del Estudio de Impacto Ambiental.

Se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes de acuerdo a:

a. El análisis físico químico (NCh 1.333) y bacteriológico correspondiente al residuo industrial de que se trate.

La composición química del efluente a tratar se presenta en la siguiente tabla

Parámetro	Efluente Fundición	Efluente Refinería
Cu (como Cu ²⁺)	4,8 g/L	31,1 g/L
As (como As ³⁺)	4,3 g/L	6,2 g/L
H ₂ SO ₄	13,2 g/L	215,0 g/L

Sb	0,76 g/L	0,30 g/L
Bi	0,01 g/L	0,01 g/L
pH	1,1	<1 g/L

b. La cuantificación del caudal a tratar

El caudal a tratar, tal como se presenta en la Tabla 3.3-16, página 3-56 del Estudio de Impacto Ambiental, corresponde a 1.780 Nm³/d de efluentes provenientes de las Plantas de Limpieza de Gases y 585 Nm³/d de descarte provenientes de la refinería electrolítica.

c. Los mecanismos de control de los posibles olores, residuos o vibraciones hacia los sectores colindantes, producidos por la planta y la justificación técnica de los mismos.

La operación de la PTIE no genera olores o vibraciones que puedan afectar a los sectores colindantes, desde el punto de vista del ambiente inmediato, se puede señalar que en la etapa de electroobtención directa (EMEW), se espere se genere neblina ácida, por lo que se considera un sistema de captación similar al implementado en la Planta de descubrización de la refinería electrolítica.

Con relación a los residuos generados, producto de la operación de la PTIE, se generan dos residuos sólidos estables; escorodita (arseniato férrico cristalino) y yeso, éstos residuos serán dispuestos debidamente en el Sector de Cerro Gris, tal como se detalla en el numeral 3.3.5.3 letra c) y d) del Estudio de Impacto Ambiental y se reitera en el Anexo 3 del presente Addendum..

V.- CONDICIONES O EXIGENCIAS ESPECIFICAS QUE EL TITULAR DEBERÍA CUMPLIR O A LAS CUALES SE HA OBLIGADO EN EL PROCESO DE EVALAUCION.

5.1. - Compromisos asumidos por el titular en el proceso de evaluación.

- El titular se compromete a presentar los proyectos de empalme y/o de acceso vial, a las rutas B-262 y B-240, a la Dirección Regional de Vialidad en un plazo no superior a los 120 días contados desde la fecha de emisión de la Resolución de Calificación Ambiental.
- El titular se compromete a no disponer en quebradas los residuos sólidos generados en la etapa de construcción.
- Con relación a las obras hidráulicas a construir (pág. 4-26), y considerando las atribuciones de la Dirección de Obras Hidráulicas, el titular presentará dicho proyecto al mencionado Servicio, además de la DGA.
- Establecer en las bases de licitación que las empresas participantes en la licitación de suministro de empréstitos deberán acreditar que están legalmente autorizadas y que cuentan con todos los permisos que establece la normativa vigente.
- En caso de corresponder a tendido aéreo las redes de distribución interna de energía elctrica, se considerará como medida de mitigación un diseño amigable para con las aves (estructuras irregulares, puntas, etc.) que eviten el aperchamiento y acercamiento de las aves a estas instalaciones. Lo anterior debido a que es común la ocurrencia de accidentes por parte de las aves producto de colisiones con los tendidos eléctricos.
- Dar aviso al SAG II Región, en caso de que se pudiera observar en las diferentes instalaciones con que cuenta la planta, la presencia de alguna especie de fauna silvestre nativa accidentada (principalmente aves). Lo anterior, con el propósito de que el animal afectado sea derivado al Centro de Rescate y Rehabilitación de Fauna Silvestre que se

ubica en la Universidad de Antofagasta (campus Coloso). Esta acción será de cargo del titular, al igual que la totalidad de los costos atribuibles al proceso de rehabilitación del animal (traslado, alimentación, medicamentos y gastos médicos).

- Se exigirá al proveedor de los servicios de alimentación durante la etapa de construcción, el compromiso de realizar un adecuado manejo de los residuos de alimentación que considere entre otros aspectos, la utilización de contenedores apropiados y el traslado con una frecuencia razonable (que evite concentrar grandes cantidades de residuos en las faenas) hacia un vertedero autorizado ambientalmente. Lo anterior debido a que un manejo inadecuado de estos residuos puede ocasionar la llegada y presencia activa en el sector de aves carroñeras como *Cathartes aura* “Jote de cabeza colorada” y la especie *Polyborus plancus* “Traro”. Independiente de la molestia causada por la presencia permanente de estas aves en el sector, se debe tener en cuenta que el aumento en su número puede generar serios trastornos durante los períodos de reproducción (nidificación) de la especie *Sterna lorata* (Gaviotín chico), ya que tanto el “Jote” como el “Traro” son depredadores naturales de estas especies.

- Se exigirá a las empresas que retirarán los residuos que tengan características de peligrosidad deberán estar autorizadas ambientalmente a través del SEIA si así corresponde.

- Se instalará una estación de monitoreo en la localidad de Mejillones, en un lugar que cumpla con las disposiciones establecidas en D.S. N° 59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Esta medirá las concentraciones de SO₂ y PM10. El monitor de SO₂ será de tipo continuo. Para el caso del PM10 será un monitor que permita el análisis del material recolectado en el filtro (hi-vol u otro).

- Se implementará en las dependencias del Centro de Manejo de Residuos Sólidos una Matriz de incompatibilidades entre los productos que se almacenarán.

- Se acoge esta observación, en este sentido, de acuerdo al cronograma del estudio del gaviotín, la propuesta de acciones de mitigación se tendrá preparada al inicio del mes de marzo 2003. Una vez entregada al Servicio, éste tomaría tres meses en visarlo, lo que lleva al mes de mayo 2003. Habrían entonces dos meses y medio (junio, julio e inicios de agosto 2003) para implementar, si es pertinente, el plan de mitigación acordado, considerando que la nidificación se inicia a mediados de agosto.

- Se incorporarán las mediciones en altura de la capa de mezcla. En este contexto, el Proyecto se encuentra estudiando a los eventuales proveedores de las estaciones meteorológicas y de calidad del aire, luego de este análisis se tomará la decisión en relación a la metodología de medición, información que será entregada a la autoridad para su validación.

- Se compromete a conectar en línea con el Servicio de Salud de Antofagasta y con CONAMA, los equipos de medición de calidad del aire y de emisión de SO₂, de manera de entregar a la autoridad los valores asociados al cumplimiento de la normativa de calidad del aire aplicables y vigentes al Proyecto FRM.

- Se compromete a implementar una página WEB, de manera que la comunidad se informe en relación a los aspectos ambientales del proyecto.

- Se realizará un monitoreo del nivel de acuífero y de su calidad, ante la solicitud de la DGA II Región, según se expone en el Adenda 02 al Estudio de Impacto Ambiental.

5.2. - Exigencias solicitadas por los Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental convocados a la evaluación:

5.2.1. - Dirección Regional de la Dirección General de Aguas, mediante el Ord. Nº 1266 del 12/12/02, solicita lo siguiente:

- Cumplir el monitoreo relacionado con recursos hídricos comprometido, con la siguiente frecuencia y duración:

Pozo Angamos: Nivel en forma mensual, calidad frecuencia semestral; hasta el cierre del proyecto.

Piezómetros Cerro Gris: Chequeo presencia de agua en forma mensual; calidad frecuencia semestral; hasta el cierre del proyecto.

- Adicionalmente el titular deberá analizar la calidad (mismos parámetros comprometidos en el Adenda 02) de eventuales precipitaciones que queden contenidas en el piezómetro.

5.2.2. - Departamento Programa Sobre el Ambiente del Servicio de Salud de Antofagasta, mediante Ord. Nº 279 del 23/12/02.

- El Pentóxido de Vanadio debe ser almacenado temporalmente en el Centro de Manejo de Residuos Sólidos en depósitos herméticamente sellados y rotulación adecuada. La disposición final de este residuo peligroso será manejada sectorialmente cuando se promulgue el Reglamento de Residuos Peligrosos.

- Con relación a la escorodita, la empresa debe comprometerse, una vez promulgado el reglamento de Residuos Peligrosos, a realizar todas las pruebas necesarias para certificar la calidad de no peligrosa del residuo. Las pruebas deben realizarse antes de solicitar sectorialmente el permiso ambiental Nº 94.

ANEXO Nº 01
PRONUNCIAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO CON
COMPETENCIA AMBIENTAL.

1.1. - Organos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
partícipes en el proceso de evaluación de la Declaración de Impacto
Ambiental.

- Secretaría Regional Ministerial de Agricultura
- Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas
- Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones
- Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo
- Consejo de Monumentos Nacionales
- Dirección Regional de la Dirección General de Aguas
- Dirección Regional de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles
- Dirección Regional de Obras Hidráulicas
- Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero
- Dirección Regional del Servicio Nacional de Geología y Minería
- Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca
- Dirección Regional del Servicio Nacional de Turismo
- Gobernación Marítima de Antofagasta
- Subsecretaría de Pesca
- Servicio de Salud Antofagasta
- Ilustre Municipalidad de Mejillones

1.2. - Síntesis Cronológica del Proceso de Evaluación de la Declaración de Impacto
Ambiental

- **Junio 21 de 2002.** El titular del proyecto, presenta el Estudio de Impacto Ambiental a consideración de la COREMA para su evaluación.
- **Junio 27 de 2002.** La COREMA IIª Región de Antofagasta acuerda acoger a trámite el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto según consta en Resolución Exenta Nº00145/2002 de igual fecha.
- **Junio 27 de 2002.** La Secretaria de COREMA, a través carta Nº00261/2002, remite al titular del proyecto copia de la Resolución Exenta Nº00145/2002.
- **Junio 28 de 2002.** La Secretaria de COREMA, a través de Ord. Nº00641/2002, remite un ejemplar del Estudio de Impacto Ambiental a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental Partícipes del Proceso de Evaluación Ambiental del proyecto.
- **Julio 04 de 2002.** El titular publica en el Diario Oficial y en el Diario El Mercurio de Antofagasta, extracto del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.
- **Agosto 27 de 2002.** La Secretaria de COREMA, a través de Carta Nº00346/2002, remite al titular del Proyecto el Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones (ICSARA) Nº1 a I E.I.A. del proyecto.
- **Septiembre 04 de 2002.** Mediante Carta VRDE-122/02, el titular del proyecto solicita la suspensión del plazo de evaluación.
- **Septiembre 04 de 2002.** La Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta, acuerda suspender el proceso de evaluación, según consta en Resolución Exenta Nº 00201/2002 de igual fecha.
- **Septiembre 04 de 2002.** La Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta remite al titular del proyecto a través de carta Nº 00360/2002 copia de la Resolución Exenta Nº 00201/2002.
- **Septiembre 09 de 2002.** Comienza a regir el plazo de suspensión.
- **Octubre 03 de 2002.** El titular mediante carta VRED-142/02 remite a la COREMA el Adenda Nº1 al E.I.A. del proyecto.

- **Octubre 04 de 2002.** La Secretaria de Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta, a través de Oficio Ordinario N°01023/2002, remite un ejemplar del Adenda N° 01 al E.I.A del proyecto, a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental Partícipes del Proceso de Evaluación Ambiental del proyecto.
- **Noviembre 13 de 2002.** La Secretaria de COREMA, a través de Carta N°00459/2002, remite al titular del Proyecto el Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones (ICSARA) N°2 al E.I.A. del proyecto.
- **Noviembre 22 de 2002.** Mediante Carta VRDE-168/02, el titular del proyecto remite a la COREMA el Adenda N°2 al E.I.A. del proyecto.
- **Noviembre 25 de 2002.** La Secretaria de Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta, a través de Oficio Ordinario N°01020/2002, remite un ejemplar del Adenda N° 02 al E.I.A del proyecto, a los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental Partícipes del Proceso de Evaluación Ambiental del proyecto.
- **Noviembre 25 de 2002.** La Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta, acuerda ampliar el plazo de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental, según consta en la Resolución Exenta N° 00283/2002 de igual fecha.
- **Noviembre 25 de 2002.** La Secretaria de la Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta, a través de Carta N° 00478/2002, remite al titular copia de la Resolución Exenta N° 00283/2002.
- **Enero 16 de 2003.** La Secretaria de Comisión Regional del Medio Ambiente IIª Región de Antofagasta remite el Informe Consolidado de Evaluación del proyecto para visación a los Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental partícipes del proceso de evaluación.

1.3. - Referencia a los Informes de los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental que Participaron en el Proceso de Evaluación del Proyecto.

1.3.1. Con relación a las observaciones al E.I.A.

- **Dirección Regional de la Dirección General de Aguas:** Ord. N° 0672 del 25 de Julio de 2002, recepcionado el 26 de Julio de 2002.
- **Gobernación Marítima de Antofagasta:** G.M.A. ORDINARIO N° 12.600/149 del 13 de Agosto de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca:** Ord. N° 0636 del 12 de Agosto de 2002, recepcionado el 14 de Agosto de 2002.
- **Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas:** ORD. SRM II N° 0979 del 16 de Agosto de 2002, recepcionado el 19 de Agosto de 2002.
- **Dirección Regional de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles:** Ord. N° 0405 del 16 de Agosto de 2002, recepcionado el 19 de Agosto de 2002.
- **Departamento Programa Sobre el Ambiente del Servicio de Salud de Antofagasta:** Ord. N° 170 del 19 de Agosto de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Dirección Regional del Servicio Nacional de Geología y Minería:** Ord. N° 4877 del 19 de Agosto de 2002, recepcionado el 21 de Agosto de 2002.
- **Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero:** Ord. N° 774 del 16 de Agosto de 2002, recepcionado el 22 de Agosto de 2002.
- **Dirección Regional de la Corporación Nacional Forestal:** Ord. N° 0150 del 23 de Agosto de 2002, recepcionado el 26 de Agosto de 2002.
- **Subsecretaría de Pesca:** Ord. N° 1917 del 27 de Agosto de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Dirección Regional del Servicio Nacional de Turismo:**

1.3.2. Con relación a las observaciones al Adenda N°1

- **Dirección Regional de la Dirección General de Aguas:** Ord. N° 0996 del 08 de Octubre de 2002, recepcionado el 09 de Octubre de 2002.

- **Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero:** Ord. N° 1018 del 29 de Octubre de 2002, recepcionado el 31 de Octubre de 2002.
- **Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas:** Ord. SRM II N° 1283 del 31 de Octubre de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Departamento Programa Sobre el Ambiente del Servicio de Salud de Antofagasta:** Ord. N° 235 del 06 de Noviembre de 2002, recepcionado en igual fecha.

1.3.3. Con relación a las observaciones al Adenda N°2

- No se realizaron observaciones.

1.3.4. Órganos del Estado con Competencia Ambiental que no han participado en la evaluación ambiental.

- Secretaría Regional Ministerial de Agricultura.
- Consejo de Monumentos Nacionales.
- Dirección Regional del Servicio Nacional de Turismo
- Ilustre Municipalidad de Mejillones

1.4. - Con relación a los Pronunciamientos Sectoriales sobre el Proyecto.

- **Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo:** Ord. 627 del 14 de Agosto de 2002, recepcionado el 16 de Agosto de 2002 y Ord. N° 830 del 28 de Octubre de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Subsecretaría de Pesca:** Ord. N° 2289 del 15 de Octubre de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Dirección Regional de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles:** Ord. N° 0518 del 23 de Octubre de 2002, recepcionado el 24 de Octubre de 2002.
- **Gobernación Marítima de Antofagasta:** G.M.A. ORDINARIO N° 12.600/204 del 28 de Octubre de 2002, recepcionado en igual fecha
- **Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca:** Ord. N° 0842 del 25 de Octubre de 2002, recepcionado el 29 de Octubre de 2002.
- **Dirección Regional del Servicio Nacional de Geología y Minería:** Ord. N° 6146 del 29 de Octubre de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero:** Ord. N° 1129 del 05 de Diciembre de 2002, recepcionado el 06 de Diciembre de 2002.
- **Dirección Regional de la Dirección General de Aguas:** Ord. N° 1266 del 12 de Diciembre de 2002, recepcionado el 12 de Diciembre de 2002.
- **Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas:** Ord. SRM II N° 1414 del 20 de Diciembre de 2002, recepcionado en igual fecha.
- **Departamento Programa Sobre el Ambiente del Servicio de Salud de Antofagasta:** Ord. N° 279 del 23 de Diciembre de 2002, recepcionado el 24 de Diciembre de 2002.
- **Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones:** Ord. DT N° 0066 del 15 de Enero de 2003, recepcionado en igual fecha.

ANEXO Nº 02

SINTESIS DEL PROCESO Y DE LAS OBSERVACIONES FORMULADAS POR ORGANIZACIONES CIUDADANAS Y PERSONAS NATURALES DURANTE EL PROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA AL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL “PROYECTO FUNDICION Y REFINERIA MEJILLONES”

1. Antecedentes relacionados con los mecanismos implementados para asegurar la participación ciudadana:

1.1 Publicación del extracto visado del estudio de Impacto Ambiental en el Diario Oficial y un Diario de circulación Regional el 04 de Julio de 2002, y recepción de observaciones:

El período de Participación Ciudadana para el proyecto se inició el 05 de Julio de 2002 y finalizó, de acuerdo a los plazos establecidos por la Ley 19.300 (60 días), el día 13 de septiembre del 2002, recibándose 6 observaciones ciudadanas, correspondientes a personas naturales y jurídicas.

1.2 Taller de Participación Ciudadana:

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, II Región de Antofagasta, desarrolló durante el mes de Julio de 2002, cinco actividades en el marco del período de Participación Ciudadana, correspondiente al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental **del Proyecto Fundición y Refinería Mejillones**, presentado Codelco Chile, bajo la forma de Estudio de Impacto Ambiental, a la COREMA II Región.

Estas actividades se materializaron en la realización de cinco talleres dirigidos a informar a la ciudadanía acerca de los alcances legales del proceso, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, al mismo tiempo que permitió reunir en una misma instancia a representantes Codelco Chile, con personas y organizaciones interesadas en los impactos que el proyecto pudiera ocasionar.

En los Talleres participaron un total de 149 personas, en donde estuvieron presentes representantes de unidades vecinales, organizaciones ambientales, de asociaciones de agricultores, de comunidades de regantes, de comunidades indígenas, de Juntas de Vecinos, y universidades, profesores, personas naturales, funcionarios municipales, y concejales, representantes de Codelco Chile y profesionales de las Unidades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y Participación Ciudadana de la CONAMA II Región.

Los Talleres realizados fueron los siguientes:

Se realizaron cinco Talleres, en la comuna de Mejillones, los Talleres de Participación Ciudadana, acerca del Proceso de Participación Ciudadana en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la exposición del proyecto por parte del titular. Se llevaron a cabo los días Lunes 15 de Julio con la participación de 34 asistentes, Martes 16 de Julio con la participación de 31 asistentes, Martes 13 de Agosto con la participación de 30 asistentes, Miércoles 14 de Agosto con la participación de 34 asistentes, Miércoles 28 de Agosto con la participación de 20 asistentes, entre los cuales había representantes de la Cámara de Comercio, juntas de vecinos, sindicatos, asociaciones de jubilados, escuelas, liceos, consejeros regionales, empresa privada, etc. Por parte de CONAMA II Región asistió el Sr. Alberto Rivera Coordinador Unidad PAC. Se adjunta Lista de Asistencia.

2. Síntesis de las Observaciones Ciudadanas:

Se recibieron 6 observaciones ciudadanas, de personas naturales o jurídicas, en las oficinas de la CONAMA II Región, una vez terminado el plazo de participación ciudadana.

2.1. Personas Naturales

Observante	Consulta u Observación
Rene Kurte Geogacopoulos	- El observante expone que, respecto a la viabilidad del gaviotín chico, bajo las actuales condiciones de la especie y ambientales de su hábitat de reproducción, quisiera exponer los siguientes antecedentes que son de especial relevancia al momento de planificar estrategias, acciones y tareas en pro de conservar la especie y su hábitat que no fueron consideradas en el EIA" Fundición y refinería Mejillones de Codelco Chile": - El gaviotin chico ha sido clasificado como una especie en peligro de extinción. Y transcurrida una década desde su clasificación inicial, se mantiene en estado critico. - Si bien la extinción es un proceso natural, hoy en día, debido a la acción del hombre sobre el medio, ésta se he acelerado e incrementado, por lo que, debido a la reducida cantidad de individuos de gaviotin chico, su status de vulnerabilidad, la disminución de su variabilidad genética, y probablemente el nivel de entrecruzamiento sanguíneo, me permito inferir que esta población ha alcanzado un tamaño critico. Por lo anterior, se debería reenfocar y/o complementar la actual estrategia de estudio propuesto por el proyecto, con énfasis en determinar la existencia de otros parches de hábitat para el gaviotin, grado de consanguinidad de la población presente, mutaciones, etc. - El plano regulador de Mejillones (información disponible), determina un área industrial, turística y residencial que abarca prácticamente todos los actuales sitios de nidificación del gaviotin chico hasta el balneario de Hornitos. Esta fragmentación del territorio costero, para la instalación de industrias, tiene consecuencias inmediatas y directas para la conservación del gaviotin chico, ya que permite instalar en sitios de nidificacion todo tipo de estructuras con lo cual obviamente, se destruye el hábitat de la especie impidiendo el ciclo reproductivo y el nacimiento de nuevos individuos que integren los reemplazos reproductivos necesarios para la mantención de una población sana. Además, por ser un área industrial consolidada, se aplican normas de ruido que corresponden a áreas industriales inofensivas y molestas, ambiente en absoluto apropiado para un sitio de nidificación. Razón por lo cual me permito afirmar que el instrumento de planificación territorial aprobado ambientalmente, no solo fragmenta el hábitat del gaviotin, sino que además sepulta el hábitat de la especie y en consecuencia compromete toda esperanza de recuperación de una especie en nivel critico de supervivencia - Estimo que los esfuerzos deben orientarse a definir las áreas mínimas necesarias de la especie para su reproducción, conocer el grado de consanguinidad de la población, reconocer áreas alternativas de reproducción y alimentación, ya que, impactos que puedan afectar a la especie en sus áreas de alimentación e invernadas, van a repercutir en él numero de individuos que lleguen a los sitios de reproducción y finalmente, implementar un programa de compensación de territorios que permitan proteger parches de hábitat de alimentación y reproducción natural para la especie con lo cual su viabilidad mejoraría. - Creo de mucha importancia precisar y evaluar los

	actuales impactos ambientales que la actividad humana está ejerciendo sobre el hábitat y las especies terrestres, se hace necesario realizar un relevamiento de desechos marinos existentes en la costa, que puedan causar daño a las aves durante su alimentación y poder comparar su condición cuando empiecen a operar los proyectos en carpeta - Además es necesario realizar un análisis epidemiológico que permita evaluar los riesgos de introducción de enfermedades de las aves al área, producto de la incorporación de nuevas aves atraídas como consecuencia del funcionamiento del puerto granelero, la habilitación de un vertedero, etc. Las que competirán por el hábitat y traerán sus propias patologías. Pudiendo, la introducción de una enfermedad diezmar a la mayoría de los individuos de gaviotín. - Por ultimo, seria útil realizar una evaluación de la herpetofauna en el área.
Sabina Paredes Covarrubias Cristián Sanhueza Vejar Adolfo Vargas Quiroga	- Exponen que, el año pasado se autorizo el uso de petcoke con Edelnor y se informo que la emisión aprobada eran 170 toneladas diarias de SO₂, ahora con la Fundición se emitirán 27 toneladas más, ¿Porque en el EIA de la Fundición Y Refinería se considera como que Edelnor emitirá 82.9 ton/día, siendo que ese valor es la mitad de lo que se autorizo el año pasado para esta empresa?. Bajo esto, si se aprobó Edelnor con 170 ton/día de gas SO₂ y se llega a este punto, ahora con la Fundición ¿Cómo puedo estar tranquilo que no habrá problemas de contaminación y efectos en la salud de nuestras familias? , ¿Cómo están seguros de que no habrá superación de normas y problemas?.
Rogelio Alvarez Camelo Armando Aillapan Nahuelpan	- El dióxido de Azufre se conoce como un contaminante primario de la calidad del aire, el SO₂ aparece asociado a la presencia de fundiciones de cobre que debido a su producción generan grandes cantidades de este gas con efectos notables sobre la vegetación y, a mayores concentraciones ambientales, sobre la salud de las personas. - Tomando en consideración, que el proyecto generara una concentración de SO₂, según el estudio, de 202.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por día y la situación actual de concentración es de 5.87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por día, se obtiene que el proyecto aportara del orden de 34 veces la cantidad de contaminante que actualmente hay en el sector involucrado. Los que a pesar de ser niveles muy altos están dentro de la norma nacional. - En el EIA se señala que "Codelco pretende materializar este objetivo a través de la modernización de sus fundiciones y refinerías, en este caso la construcción e implementación de un complejo metalúrgico de moderna tecnología, ambientalmente sustentable y con estándares de calidad ambiental a nivel internacional, en la localidad de Mejillones" ¿A qué estándares ambientales internacionales se refiere? - Por otro lado, la norma para el SO₂ se encuentra en revisión donde se propone un limite menor para el contaminante en el aire ¿Qué ocurre con esta nueva situación?, Además que la presencia de este contaminante en la atmósfera y en presencia de humedad produce la llamada lluvia ácida. - ¿Como va a afectar el probable fenómeno de lluvia ácida a los alrededores de la fundición - ¿Cómo va a afectar la presencia de este contaminante al

	gaviotin chico? - ¿Cómo va a afectar al resto de las especies presentes en el área, cuya presencia es determinada en el EIA? - ¿Existe algún estudio respecto del comportamiento de aves en presencia de este contaminante en la atmósfera? - El proyecto esta evaluado a 25 años, es decir a lo menos durante 25 años se contaminara el aire de sector, cambiando las condiciones del entorno, pero el proyecto no contempla medidas de conservación, ¿Durante ese periodo ¿Se incrementara el nivel de producción y por ende el nivel de contaminación?, ¿A que niveles se llegara?. - Falta en el EIA un estudio mas profundo respecto a lo que va a ocurrir con el gaviotin chico, aunque lo propuesto de importar una idea de manejo de un ave de similares características de Estados Unidos resulta muy interesante, pero falta considerar la contaminación atmosférica presente durante todo el periodo que dure el proyecto. - Falta en el EIA, un estudio que prediga las consecuencias que va a tener en el entorno la lluvia ácida que se produce por la presencia de este contaminante en el aire y como va a afectar a lugares como Mejillones, Playa de Chacaya, Itata y el balneario de Hornitos. - Este efecto (Sí lo hubiere)¿Será positivo o negativo?, Si es negativo ¿Sera reversible o irreversible? - Falta definitivamente una medida de compensación sustentable en el tiempo para la gente común de Mejillones que esta entregando un aire casi completamente limpio para que este proyecto se pueda desarrollar. - ¿Se puede considerar como medida de mitigación una planta de tratamiento de gases que es parte del proceso productivo? (Propuesto como medida de mitigación en el EIA). - El proyecto Fundición y Refinería Mejillones no estaría respetando lo que dice el EIA del proyecto Complejo Portuario Mejillones en su Plan de Medidas de Compensación respecto del "Area de Protección de la Colonia de Gaviotin Chico"
Rudolf Araneda Kauert	Expone su preocupación por las condiciones de salud que se generaran a partir de las emisiones de SO₂ que se agregaran a las ya existentes en el sector y que son emitidas por la Central de mejillones. - Además, deja constancia que en el EIA de Fundición y refinería Mejillones aparecen cifras que corresponden a las emisiones de Nopel y que son erróneas. - Solicita a la Corema o a Conama aclarar cual es la tasa de emisión máxima autorizada para las unidades 1 y 2 de Edelnor y porque existe esta diferencia de valores en este EIA. - ¿Existe algún acuerdo o compromiso entre Codelco y Edelnor en cuanto a que esta ultima no supere una emisión de 82.9 Ton/día de SO₂? - ¿Cómo se explica que las emisiones de Fundición y Refinería Mejillones que son considerablemente menores que las de Edelnor, la calidad de aire resultante sean muy similares? - ¿Cuál es el criterio correcto para determinar el cumplimiento de las normas anuales, en consideración a los posibles efectos de estacionalidad de los vientos?

	- La calidad del aire en el área industrial y alrededores de Mejillones se ve afectada por las emisiones de Edelnor y Fundición y Refinería de mejillones, en él supuesto que Edelnor no emitirá lo máximo que tiene autorizado, ¿Qué sucede al considerar en la modelación las emisiones máximas autorizadas por Corema para Edelnor - En caso de producirse escenarios de latencia o superación de norma por SO₂, ¿Qué medidas se tomarán? - Si se aplican planes de descontaminación. ¿Cómo afectan esos planes a los emisores? - ¿Que medidas se tomaran cuando se presenten nuevos proyectos que requieran emitir SO₂, si la zona se encuentra en latencia o saturación? - Estimo que la aprobación de este proyecto requiere necesariamente que se enfrenten y resuelvan el problema de saturación por emisiones que se producirá en Mejillones.
Marcelo Valdovino Rodríguez	- Observa que según lo que estipula la ley, este estudio no pormenoriza el impacto social relacionado al proyecto. - Solicita evaluar como el proyecto en sus distintas etapas, afectara a la sociedad en su conjunto, ya que se ha dado la experiencia en proyectos anteriores que, se han incrementado los problemas en salud y seguridad ciudadana, se deben identificar los impactos para así proponer las medidas de mitigación que correspondan. - ¿Que impacto tiene el proyecto con sus emisiones, en los daños acumulativos y/o en la exposición al riesgo en la salud de los habitantes de Mejillones? - Solicita una estación de monitoreo de calidad de aire en la ciudad de Mejillones durante toda la vida útil del proyecto en un sector habitacional, y debería monitorear PTS, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, CO₂, Níquel, Vanadio, Arsénico. - Solicita que a los informes de estos monitoreos pueda acceder toda la comunidad. - Ante la posibilidad de uso Petcoke como combustible, solicita que se determine claramente, periodo de tiempo, momento, condiciones, calidad, % de Azufre, Níquel y Vanadio. - ¿Que pasa con los gases fugitivos en el proceso de fundición? - Se solicita además, un monitoreo permanente durante toda la vida útil del proyecto de contaminantes en la columna de agua, sedimentos y biota, incorporando además las propuestas del anteproyecto "Normativa de calidad de aguas marinas" próximo a entrar en vigencia. - Con relación al gaviotín chico, se deben determinar las medidas de mitigación y manejo, específicas para cada etapa del proyecto, las cuales deberán ser definidas antes de la RCA. - Solicita generar e implementar acciones en el contexto de preparar y capacitar a la fuerza laboral, que podría emplear la FRM, en el contexto de educación a distintos niveles. - Y tomando como base el desarrollo que él implica el proyecto para la comuna de Mejillones, solicita que se implemente una política de promoción efectiva por parte de

	la empresa hacia los trabajadores para que vivan y construyan sus casas en la comuna de Mejillones.
--	---

2.2. Personas Jurídicas

Observante	Consulta u Observación	Ponderación
Servando Cepeda Flores Sociedad de Jubilados y Montepiados Unidos	Expone que, debido al desarrollo implícito que traerá la construcción del proyecto, dan su apoyo a este.	