

CAPÍTULO 3

**DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS,
CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN
ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	INGRESO AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
3.	DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
4.	CONCLUSIÓN.....	4

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, es pertinente indicar en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en forma pormenorizada, aquellas características, efectos o circunstancias que, de acuerdo a los criterios del artículo 11 de la Ley de Bases del Medio Ambiente, (detallados a su vez en el Título II del citado Reglamento), crean la necesidad de presentar un EIA a la COREMA Regional.

Junto con lo anterior, previamente se analiza la necesidad de someter el proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, a través del análisis del Artículo N°10 de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Ley N°19.300, y del Artículo N°3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ambos del MINSEGPRES.

2. INGRESO AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto Central Térmica Andino se ingresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) tomando en consideración que el Reglamento del SEIA, en su Título I “Disposiciones Generales” - Artículo 3, expresa que “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al SEIA, son los siguientes:

“c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.”

Se debe considerar además que el proyecto involucra también la construcción de un Terminal de Descarga de Petróleo Diesel, que corresponde a uno de los proyectos tipificados en la letra f) del Reglamento:

“f) Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos.”

3. DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Artículo 11 de la Ley 19.300 establece que:

“Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán de la elaboración de un EIA, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de sus efluentes, emisiones o residuos.
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Para los efectos de evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), se considerarán lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el Reglamento”

A continuación, se analizan detalladamente cada artículo precedente y se analizan las razones para determinar su aplicabilidad al proyecto.

a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de sus efluentes, emisiones o residuos.

De acuerdo a los antecedentes presentados en el Capítulo 1 se hace necesario evaluar el riesgo a la salud de la población considerando principalmente que el proyecto en análisis corresponde a una fuente emisora de gases y partículas, las que, por su dispersión en la atmósfera, tienen el potencial de incidir en la calidad del aire en Mejillones y área circundante.

Así, en el Estudio de Impacto Ambiental se ha analizado la información de línea de base y se ha modelado matemáticamente la incidencia de las nuevas emisiones en el entorno.

De acuerdo a los análisis realizados, se concluye que las obras y actividades del proyecto no generan riesgo a la salud de la población, atendido el hecho que:

- Las unidades a construir corresponden a tecnología que incorpora medidas de mitigación para las emisiones a la atmósfera. Con esto, en el área poblada de Mejillones se cumplen ampliamente las normas primarias de calidad del aire, cuyo objetivo es proteger la salud de la población.
- Los efluentes a ser descargados cumplen de forma holgada la norma de descarga del DS 90/00 y su efecto en el medio ambiente marino está circunscrito a un área acotada al entorno de la descarga.
- De acuerdo a la información de la literatura técnica, los residuos sólidos que se generan en el proceso corresponden a residuos no peligrosos, los que serán dispuestos en un sector alejado del área habitada, en celdas excavadas y con un plan de manejo que minimiza sus efectos en el medio ambiente.
- Las emisiones sonoras de la actividad de generación eléctrica son acotadas y no influyen en el área poblada de Mejillones.

b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

Por las características del proyecto y sus descargas al medio ambiente (principalmente emisiones a la atmósfera y descarga de RILES al mar) se hace necesaria la evaluación de sus efectos en el medio ambiente circundante.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe hacer presente que el proyecto incorpora medidas de mitigación en su diseño para minimizar efectos en el medio ambiente (ver lo señalado en la letra a) precedente).

c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

De acuerdo a los antecedentes consignados en el presente EIA, el proyecto no provoca reasentamiento de comunidades humanas ni alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos. El área donde se localiza el proyecto corresponde a un sector industrial, según el ordenamiento territorial vigente.

d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

El proyecto no se localiza próximo a población, ni recursos ni áreas protegidas oficiales. Sin perjuicio de lo anterior, se ha tenido en especial consideración en los aspectos relacionados a la población de tortugas verdes que habitan actualmente en el sector de las descargas de agua de enfriamiento de la central vecina al proyecto.

e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

El proyecto se emplaza en un sector que, de acuerdo al Plan Regulador vigente, corresponde a un área industrial dominada por las actividades portuarias, otras actividades industriales y la generación eléctrica.

De este modo, el ingreso del proyecto al SEIA a través de un EIA no se relaciona con la posibilidad de alterar significativamente el valor paisajístico o turístico de la zona donde se emplaza.

f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo a los estudios de línea de base desarrollados, se existen en el área de influencia del proyecto elementos del patrimonio cultural que puedan verse afectados por la construcción y operación del proyecto.

4. CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo precedentemente expuesto, el proyecto se ingresa al sistema de evaluación de impacto ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental para analizar los potenciales riesgos a la salud de la población y efectos adversos significativos en la cantidad y calidad de los recursos naturales en su etapa de operación.

CAPÍTULO 4

LÍNEA DE BASE

CAPÍTULO 4
LÍNEA DE BASE
ÍNDICE

4.1	INTRODUCCIÓN	1
4.2	MEDIO AMBIENTE FÍSICO	1
4.2.1	Clima y Meteorología	1
4.2.1.1	<i>Clima Regional</i>	<i>1</i>
4.2.1.2	<i>Caracterización Meteorológica Local</i>	<i>2</i>
4.2.1.3	<i>Resultados</i>	<i>3</i>
4.2.1.4	<i>Análisis de los Resultados y Conclusiones</i>	<i>12</i>
4.2.2	Calidad del Aire	12
4.2.2.1	<i>Introducción</i>	<i>12</i>
4.2.2.2	<i>Área de Influencia</i>	<i>13</i>
4.2.2.3	<i>Normativa de Calidad del Aire Aplicable</i>	<i>13</i>
4.2.2.4	<i>Resultados</i>	<i>15</i>
4.2.2.5	<i>Conclusiones</i>	<i>27</i>
4.2.3	Suelos y Uso Actual	28
4.2.3.1	<i>Introducción</i>	<i>28</i>
4.2.3.2	<i>Área de Influencia</i>	<i>28</i>
4.2.3.3	<i>Estratigrafía de los Suelos en el área de influencia</i>	<i>28</i>
4.2.3.4	<i>Análisis del Plan Regulador</i>	<i>34</i>
4.2.3.5	<i>Conclusiones</i>	<i>35</i>
4.2.4	Áreas de Riesgo	35
4.2.4.1	<i>Introducción</i>	<i>35</i>
4.2.4.2	<i>Área de Influencia</i>	<i>36</i>
4.2.4.3	<i>Tipos de Riesgos en el Área de Estudio</i>	<i>36</i>
4.2.4.4	<i>Conclusiones</i>	<i>37</i>
4.2.5	Paisaje y Turismo	37
4.2.5.1	<i>Introducción</i>	<i>37</i>
4.2.5.2	<i>Área de Influencia</i>	<i>37</i>
4.2.5.3	<i>Descripción de los elementos del Paisaje en el área de Influencia</i>	<i>37</i>
4.2.5.4	<i>Áreas Turísticas del Borde Costero y su Accesibilidad</i>	<i>38</i>
4.2.5.5	<i>Conclusiones</i>	<i>39</i>
4.2.6	Ruido	39
4.2.6.1	<i>Introducción</i>	<i>39</i>
4.2.6.2	<i>Área de Influencia</i>	<i>39</i>
4.2.6.3	<i>Actuales Fuentes Generadoras de Ruido</i>	<i>40</i>
4.2.6.4	<i>Normativa Vigente</i>	<i>40</i>
4.2.6.5	<i>Metodología</i>	<i>40</i>

4.2.6.6	<i>Mediciones</i>	44
4.2.6.7	<i>Resultados</i>	44
4.2.6.8	<i>Conclusiones</i>	47
4.3	MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO TERRESTRE	47
4.3.1	Introducción	47
4.3.2	Recursos Vegetacionales y Florísticos	47
4.3.2.1	<i>Antecedentes Generales</i>	47
4.3.2.2	<i>Área de influencia</i>	48
4.3.2.3	<i>Resultados</i>	49
4.3.3	Fauna	50
4.3.3.1	<i>Antecedentes Generales</i>	50
4.3.3.2	<i>Área de influencia</i>	50
4.3.3.3	<i>Riqueza faunística</i>	50
4.3.3.4	<i>Conclusiones</i>	55
4.3.3.5	<i>Estado de Conservación</i>	56
4.3.3.6	<i>Conclusiones</i>	57
4.4	MEDIO AMBIENTE MARINO	57
4.4.1	Introducción	57
4.4.2	Área de influencia	57
4.4.3	Antecedentes Generales	58
4.4.4	Materiales y Métodos	61
4.4.5	Resultados	67
4.4.6	Análisis de los resultados y Conclusiones	84
4.5	LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE HUMANO Y SOCIAL	86
4.5.1	Introducción	86
4.5.2	Área de Influencia	86
4.5.3	Demografía	86
4.5.4	Características Socioeconómicas (Empleo y Actividades Económicas)	90
4.5.5	Bienestar Social Básico	92
4.5.6	Organizaciones Comunitarias	97
4.5.7	Conclusiones	99
4.6	LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE CULTURAL	100
4.6.1	Introducción	100
4.6.2	Objetivo General	101
4.6.3	Objetivos específicos	101
4.6.4	Metodología	102
4.6.5	Resultados	103
4.6.6	Resumen	106
4.6.7	Conclusiones	107
4.6.8	Bibliografía	108

ANEXO

ANEXO 4.1 ESTADÍSTICAS DE CORRIENTES. TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla ME-1	Velocidad del Viento. Mejillones - Año 2004
Tabla ME-2	Frecuencias de Velocidad del Viento (%). Mejillones - Año 2004
Tabla ME-3	Frecuencias de Dirección del Viento (%). Mejillones - Año 2004
Tabla ME-4	Temperatura Ambiente. Mejillones - Año 2004
Tabla ME-5	Humedad Relativa. Mejillones - Año 2004
Tabla CA-1	Frecuencia de Monitoreos en Estación de Ferrocarriles
Tabla CA-2	Normas Primarias de Calidad del Aire
Tabla CA-3	Máximos Promedios Diarios de SO ₂ . Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-4	Máximos Promedios Diarios de SO ₂ – Percentil 99. Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-5	Promedios Anuales de SO ₂ . Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-6	Promedios Anuales de SO ₂ . Zona de Máxima Concentración. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-7	Promedios Anuales de SO ₂ . Zona Cactus/Gaviotín. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-8	Concentraciones Máximas Horarias de NO ₂ . Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-9	Promedios Anuales de NO ₂ . Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-10	Promedios Anuales de NO ₂ . Punto de Máximo Impacto. Años: 2002 – 2003 - 2004
Tabla CA-11	Promedios Anuales de NO ₂ . Zona Cactus/Gaviotín. Años: 2002 – 2003 - 2004
Tabla CA-12	Concentraciones Máximas Horarias de O ₃ . Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004

Tabla CA-13	Máximos Promedios Diarios de PM10. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-14	Máximos Promedios Diarios de PM10 – Percentil 98. Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla CA-15	Promedios Anuales de PM10. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
Tabla RU-1	Niveles Máximos Permisibles según D.S. Nº 146/97
Tabla RU-2	Descripción de la ubicación de los puntos de medición y coordenadas UTM
Tabla RU-3	Resultados de los niveles basales en horario diurno
Tabla RU-4	Resultados de los niveles basales en horario nocturno
Tabla VE-1	Participación Porcentual de las Variaciones de la Formación Vegetal en el Área de Influencia del Proyecto
Tabla MA-1	Ubicación de las estaciones de Línea de Base Marina
Tabla MA-2	Volumen de agua filtrado por estación y profundidad
Tabla MA-3	Registros de temperatura (°C) en el área de estudio
Tabla MA-4	Registros de pH en el área de estudio
Tabla MA-5	Registros de Salinidad (o/oo) en el área de estudio
Tabla MA-6	Registros de Oxígeno disuelto (mg/l) en el área de estudio
Tabla MA-7	Registros de Sólidos Disueltos (mg/l) en el área de estudio
Tabla MA-8	Registros de Sólidos Suspendidos (mg/l) en el área de estudio
Tabla MA-9	Registros de Aceites y Grasas (mg/l) en el área de estudio
Tabla MA-10	Pendientes promedio de las transectas intermareales. Campaña Septiembre de 2005.
Tabla MA-11	Parámetros Granulométricos diámetro promedio y tipo de sedimentos intermareales
Tabla MA-12	Parámetros Granulométricos diámetro promedio y tipo de sedimentos submareales
Tabla MA-13	Densidad promedio (número de individuos m-2 y desviación estándar) para cada especie recolectada en los diferentes sitios de muestreo submareales

Tabla MA-14	Diversidad biológica por sitio de muestreo en base a 3 índices
Tabla SC-1	Crecimiento Intercensal por Comunas 1992 – 2002
Tabla SC-2	Estructura de la población por grupo de edad
Tabla SC-3	Estructura de la Población por Sexos e Índice de Masculinidad
Tabla SC-4	Evolución de la Población Urbana y Rural
Tabla SC-5	Densidad de Población por Nivel Administrativo 1992 y 2002
Tabla SC-6	Fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica. Población de 15 años o más ocupada por ramas de actividad económica según sexo
Tabla SC-7	Población Económicamente Activa, 2002 (%)
Tabla SC-8	Población No Económicamente Activa (%)
Tabla SC-9	Condición de Tenencia de la Vivienda (%)
Tabla SC-10	Acceso de la Población a Servicios Básicos
Tabla SC-11	Nivel de Instrucción de la Población de 5 años y más (%)
Tabla SC-12	Promedio de Años de Escolaridad por Sexo
Tabla SC-13	Infraestructura Educacional
Tabla SC-14	Número de Centros de Salud Públicos por Comuna
Tabla SC-15	Tasas de Natalidad y Mortalidad por Servicio de Salud y Comuna (por mil habitantes)
Tabla SC-16	Dimensiones del Índice de Desarrollo Humano por Comuna
Tabla SC-17	Nivel de Logro del Índice Desarrollo Humano
Tabla SC-18	Población en Línea de Pobreza
Tabla SC-19	Organizaciones Comunitarias Comuna de Mejillones
Tabla SC-20	Distribución de Localización de Organizaciones Comunitarias Comuna de Mejillones
Tabla SC-21	Cantidad de Organizaciones por Tipología Organizacional Comuna de Mejillones
Tabla ARQ-1	Ubicación área destinada a Vertedero de Cenizas y Escorias

FIGURAS

- Figura ME-1 Rosa de Viento. Mejillones – Año 2004
- Figura ME-2 Rosas de Viento Mensuales. Mejillones – Año 2004
- Figura ME-3 Temperatura Ambiente. Mejillones – Año 2004
- Figura ME-4 Humedad Relativa. Mejillones – Año 2004
- Figura CA-1 Localización de Estaciones Monitoras de Calidad del Aire
- Figura CA-2 Concentraciones Diarias de SO₂. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Período: enero de 2002 a septiembre de 2005
- Figura CA-3 Promedios Anuales de SO₂. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-4 Promedios Anuales de SO₂. Punto de Máximo Impacto. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-5 Promedios Anuales de SO₂. Zona Cactus/Gaviotín. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-6 Concentraciones Máximas Horarias NO₂. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Período: marzo de 2002 a septiembre de 2005
- Figura CA-7 Promedios Anuales de NO₂. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-8 Promedios Anuales de NO₂. Punto de Máximo Impacto. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-9 Promedios Anuales de NO₂. Zona Cactus/Gaviotín. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura CA-10 Concentraciones Máximas Horarias de O₃. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Período: marzo de 2002 a septiembre de 2005
- Figura CA-11 Concentraciones Diarias de PM10. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Período: enero de 2002 a septiembre de 2005
- Figura CA-12 Promedios Anuales de PM10. Estación de Ferrocarriles – Zona Poblada de Mejillones. Años: 2002 – 2003 – 2004
- Figura RU-1 Plano de ubicación de los puntos de medición.
- Figura RU-2 Niveles basales en horario diurno
- Figura RU-3 Niveles basales en horario nocturno

- Figura MA-1 Localización Estaciones Medio Ambiente Marino
- Figura MA-2 Localización Estaciones Línea de Base Medio Ambiente Marino
- Figura MA-3 Concentración de Hidrocarburos totales en muestras de agua obtenidas a dos profundidades (superficie y fondo)
- Figura MA-4 Concentración de Carbono Orgánico Disuelto en muestras de agua obtenidas en 8 sitios a dos profundidades (superficie y fondo)
- Figura MA-5 Concentración de Carbono Orgánico Particulado en muestras de agua obtenidas en 8 sitios a dos profundidades (superficie y fondo)
- Figura MA-6 Representación gráfica de pendientes de playas de arena. Invierno 2005
- Figura MA-7 Abundancia de hidrocarburos totales presentes en muestras de sedimentos. Donde no hay barras significa que la concentración de la variable estuvo bajo el límite de detección instrumental.
- Figura MA-8 Concentración de Carbono Orgánico Total presente en sedimentos en todas las estaciones de muestreo: 10 sitios submareales y 2 intermareales (cada uno con dos muestras).
- Figura MA-9 Diversidad biológica por sitio de muestreo en base a 3 índices
- Figura MA-10 Dendrogramas de similitud de A) los organismos recolectados mediante censos visuales directos, B) los sitios muestreados.
- Figura ARQ-1 Localización áreas prospectadas – arqueología.

FOTOS

- Foto SU-1 Vista general área de emplazamiento del vertedero
- Foto SU-2 Perfil de calicata 1 (Ca-1)
- Foto SU-3 Perfil calicata 2 (Ca-2).
- Foto SU-4 Perfil calicata 3 (Ca-3)

CAPÍTULO 4

LÍNEA DE BASE

4.1 INTRODUCCIÓN

La Línea de Base, según lo define la Ley 19.300, corresponde a “la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución” acotada a aquellos componentes ambientales asociados a los efectos, características y circunstancias que hacen necesaria la presentación de un EIA.

En el contexto de lo anterior, a continuación, se presenta la descripción y análisis de los principales componentes del Medio Ambiente Físico, Biológico y Humano de la II Región de Antofagasta y en especial de la Comuna de Mejillones, donde Suez Energy Andino S.A., proyecta la construcción y operación de dos unidades de generación térmica en el área industrial de Mejillones y la construcción de un Terminal para descarga de Petróleo Diesel.

La información incorporada en este capítulo ha sido recopilada mediante dos vías. La primera, contempló la caracterización de datos obtenidos en campañas de terreno realizadas para este EIA y del análisis de Programas de Seguimiento desarrollados por la empresa Edelnor S.A. Dicha empresa compartió la información de tal manera que los componentes ambientales que fueron caracterizados mediante esta modalidad corresponden a Calidad del Aire y Medio Ambiente Marino.

La segunda forma de análisis y obtención de información, fue básicamente mediante la recopilación de bibliografía (EIA's, DIA's, páginas de internet e información obtenida en la Municipalidad). La razón que justifica esta modalidad, tiene relación con la abundante información que existe de componentes del Medio Ambiente Socioeconómico y Medio Ambiente Físico, entre otros. Además, se debe considerar las características del proyecto, las que se han detallado en el Capítulo 1 “Descripción del Proyecto”.

4.2 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

4.2.1 Clima y Meteorología

4.2.1.1 Clima Regional

En la franja litoral 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. Estas se presentan en forma muy esporádica, no superando los 3 mm anuales como promedio, en el segmento septentrional y hasta más al Sur de Tocopilla. El monto de las precipitaciones se incrementa a la latitud de punta Pasallaves, (25° S) aproximadamente al Sur de cuyo lugar alcanza casi 10 mm, aumentando levemente hacia el sector meridional de la región. La presencia del mar produce una moderada amplitud térmica anual y alta humedad. Por otra parte, las horas efectivas de sol varían entre 9,8 y 4,7 entre verano e invierno.

4.2.1.2 Caracterización Meteorológica Local

Es conocido el hecho que a lo largo del litoral costero chileno, en el norte del país, el aire que se ubica en los primeros 1.000 metros presenta un marcado contraste con el aire que se le superpone, siendo el aire superficial frío y húmedo en relación al superior. La persistencia de esta discontinuidad se explica por la alteración de la temperatura asociada al cambio de los vientos alisios. La inversión de los alisios emerge como una estructura activa, a través de la cual se intercambia energía y masa. Su altura es la resultante de dos procesos dinámicos opuestos, uno, la subsidencia y el otro el proceso de mezcla turbulenta que tiende a alejarla.

El primero es producto de situaciones sinópticas que varían en forma temporal y lentamente, el segundo en cambio presenta una fluctuación diaria característica. Esta circulación de masas de aire está asociada a la superficie del océano relativamente fría debido a la presencia de la corriente de Humboldt y las áreas de surgencia de aguas frías, lo que genera abundante nubosidad de tipo estrato cúmulo que se eleva hasta la altura de la inversión y penetra algunos kilómetros hacia el continente siguiendo un marcado ciclo diario nocturno de avance y retroceso (Zuleta, 1988).

Los vientos superficiales en el área de Mejillones están regidos por el fuerte control de la radiación solar y la topografía.

La dirección del viento se encuentra principalmente controlada por la geometría de la línea de la costa y la topografía, la que determina la circulación de la brisa del mar, y/o valle-montaña, como también las circulaciones de laderas (Zuleta, 1992).

Durante la noche predomina la circulación de montaña, valle y tierra-mar. Los registros de viento de superficie indican que la brisa marina sopla típicamente desde el sur entre las 20:00 hasta las 09:00 horas del día siguiente, con velocidades máximas comprendidas entre los 8 y 10 m/s. La brisa del mar está bien desarrollada y se presenta entre las 11:00 hasta las 18:00 horas con velocidades de 6 m/s a medio día hasta alcanzar 10 m/s entre las 18:00 y 20:00 horas (Zuleta et al., 1992).

Las direcciones de viento predominante corresponden a la Norte y Sur-Suroeste; de acuerdo a estos antecedentes, el viento sopla desde la zona industrial de Mejillones hacia la zona poblada sólo un 3% del tiempo en promedio, con un máximo que no supera el 5%.

Las variaciones de humedad en la capa superficial, se deben en gran medida a la presencia o ausencia de la brisa marina. Durante la tarde y noche, el promedio varía entre un 70% y 95%, estos valores son producto principalmente de la brisa del sur. La situación diurna (entre las 10:00 a 19:00 h.) presenta variaciones entre el 40 y 70%, situación que está asociada a la brisa del mar de dirección nor-noroeste.

La inversión de los alisios producto de la circulación imperante, la topografía, la radiación solar, favorecen el dominio de condiciones meteorológicas estables en el área, situación que se presenta favorable para analizar separadamente fenómenos "cíclicos" asociados a escalas temporales diarias, estacionales e interanuales.

En particular las características meteorológicas en el área del proyecto, fueron obtenidas a partir de la información registrada en la estación meteorológica que la empresa EDELNOR S.A. posee en Mejillones, y que está localizada al interior de la Subestación Mejillones. La empresa ha desarrollado estas tareas como parte de las actividades de cumplimiento de compromisos ambientales y exigencias establecidas en Resoluciones de Calificación Ambiental aplicables a las instalaciones existentes.

Para los efectos de la caracterización meteorológica se consideraron los datos monitoreados durante el año 2004, de las variables: velocidad y dirección del viento, temperatura ambiental y humedad relativa.

4.2.1.3 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos realizados.

a) Viento

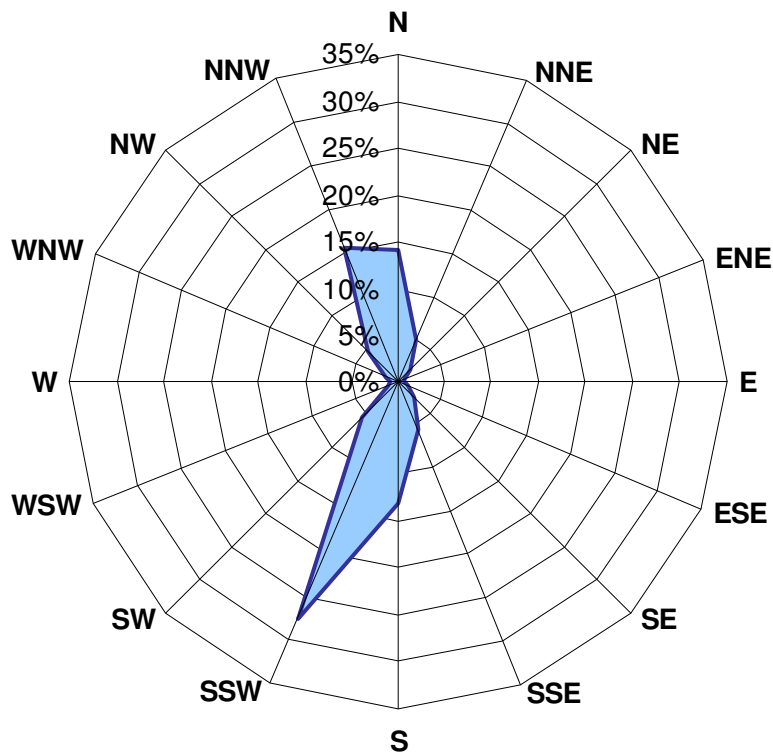
En la Tabla ME-1 se entregan los valores mensuales de velocidad del viento, en términos de máximos, mínimos y promedios. Además, se entregan los valores mensuales del porcentaje de calma, definido como el porcentaje de tiempo en que se registran velocidades del viento menores a 1,5 m/s.

Tabla ME-1
Velocidad del Viento
Mejillones - Año 2004

	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)	Velocidad Mínima (m/s)	Porcentaje de calmas (%)
Ene	3,7	8,6	0,6	6,7
Feb	3,7	10,5	0,5	11,5
Mar	3,6	12,7	0,6	9,7
Abr	3,4	10,3	0,5	14,9
May	3,4	10,4	0,3	7,3
Jun	2,8	8,8	0,6	13,6
Jul	2,9	12,4	0,4	15,6
Ago	3,6	11,7	0,5	7,9
Sep	3,2	12,0	0,2	15,4
Oct	3,6	12,4	0,4	11,6
Nov	3,6	8,2	0,6	11,8
Dic	3,8	9,8	0,2	10,6
Año 2004	3,4	12,7	0,2	11,3

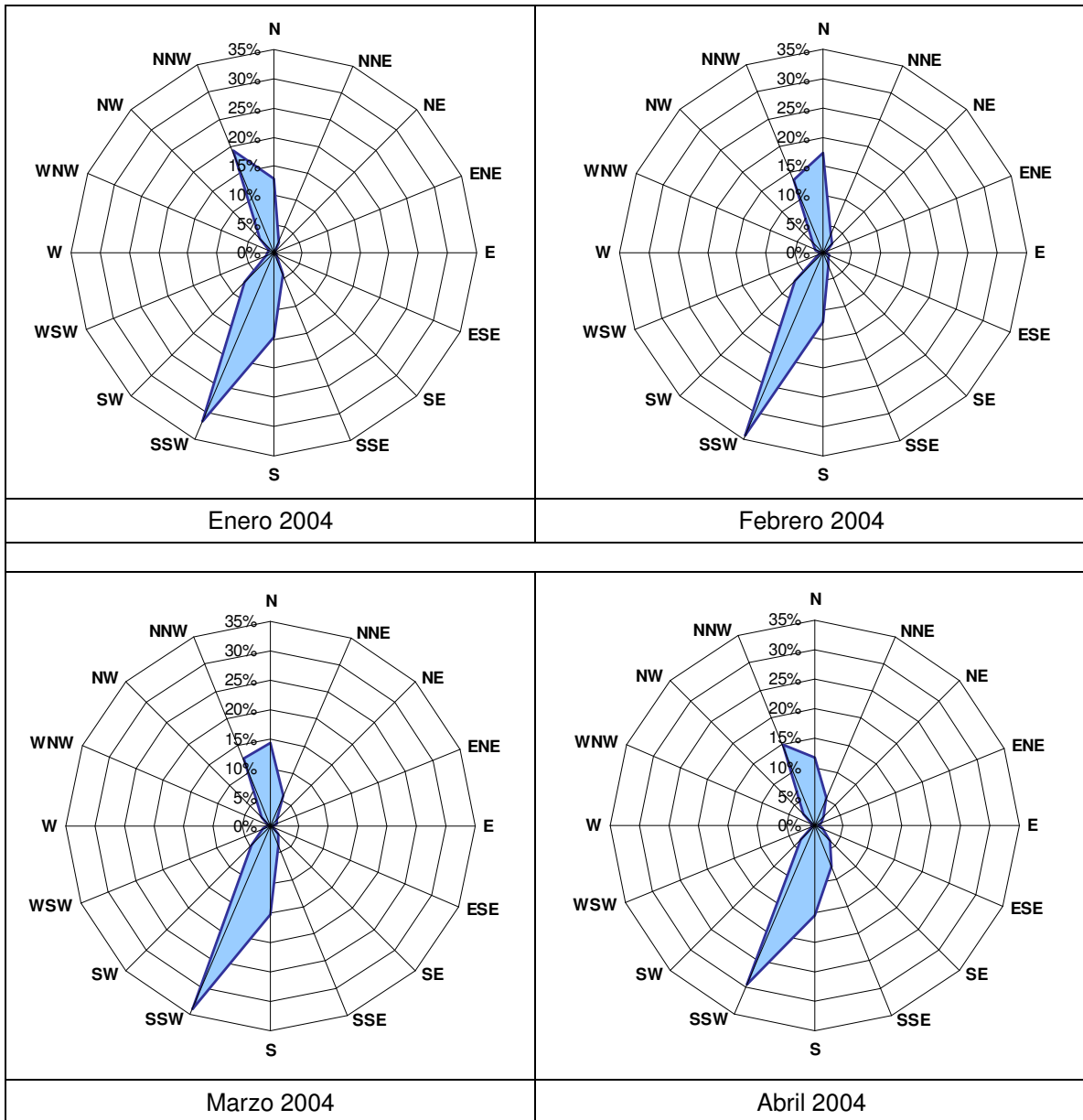
Como complemento a la información entregada en la Tabla ME-1, en la Figura ME-1 se grafica la rosa de viento correspondiente al período monitoreado (enero-diciembre de 2004).

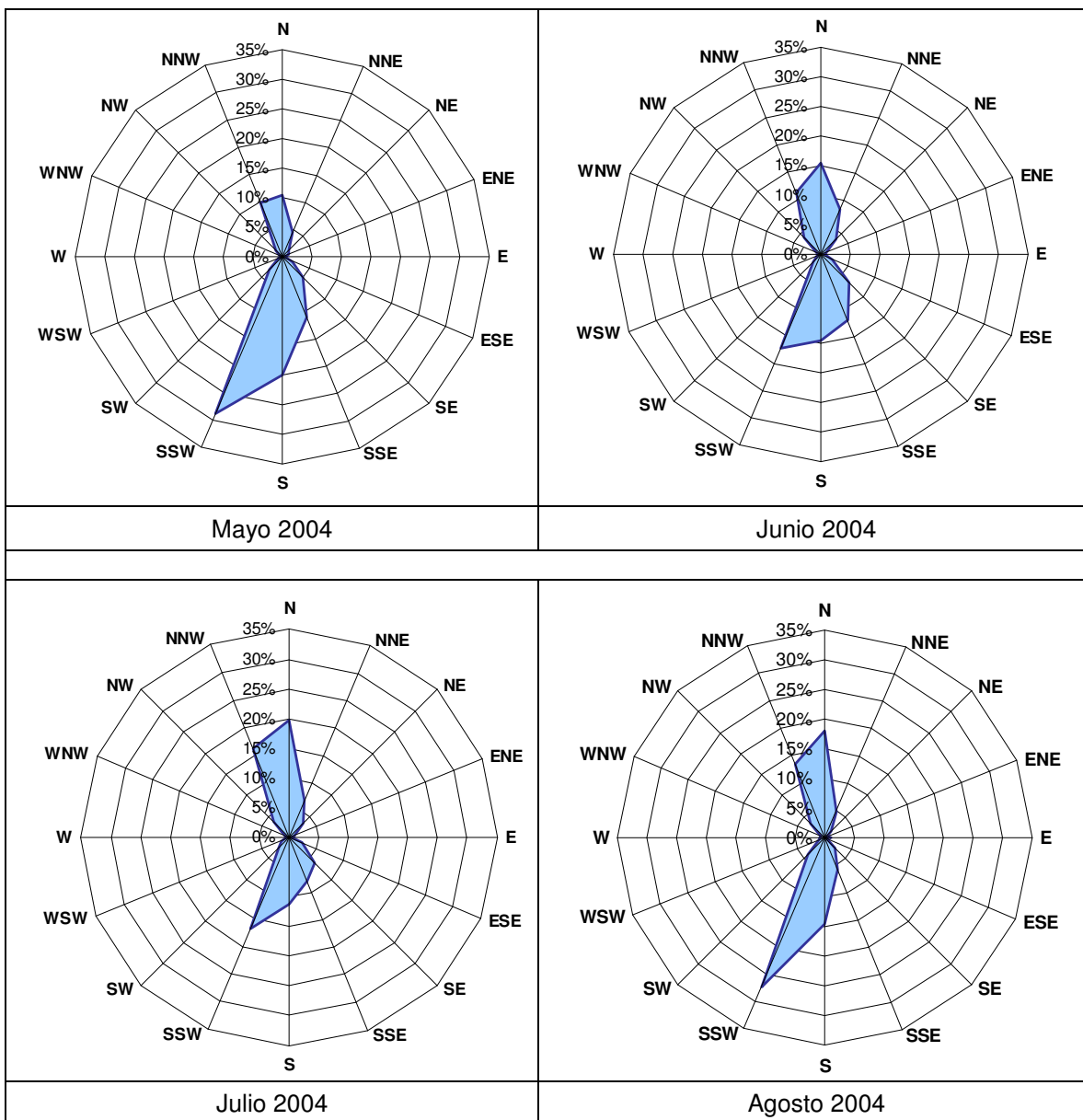
Figura ME-1
Rosa de Viento
Mejillones - Año 2004

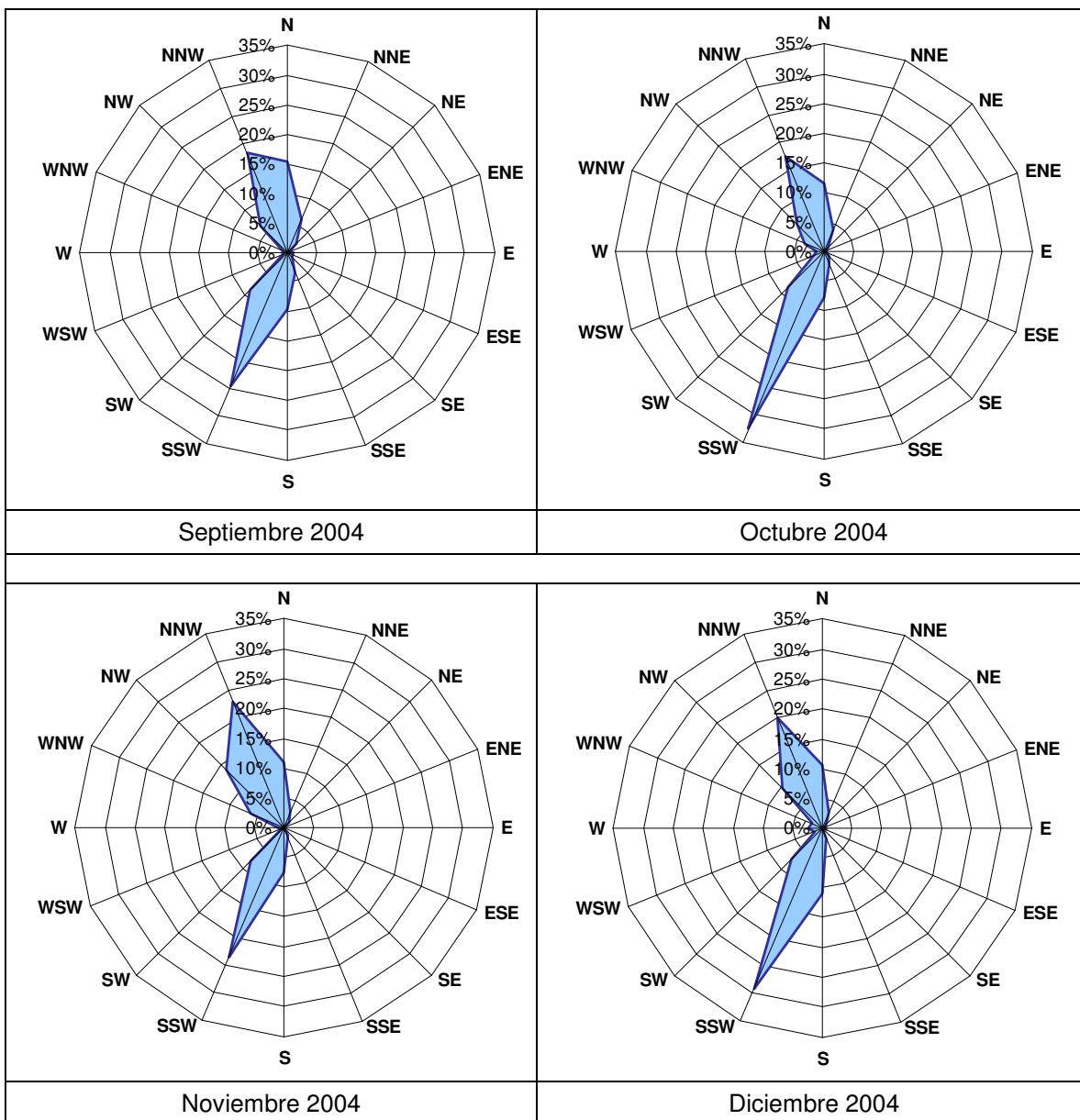


El detalle de las rosas de viento mensuales para el período monitoreado, se presentan a continuación:

Figura ME-2
Rosas de Viento Mensuales
Mejillones - Año 2004







En las tablas ME-2 y ME-3 se presentan las frecuencias de velocidad y dirección del viento, respectivamente.

Tabla ME-2
Frecuencias de Velocidad del Viento (%)
Mejillones - Año 2004

	<= 1,5	1,5 - 3,0	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,5 - 9,0	9,0 - 10,5	>10,5
Ene	6,7	25,8	45,2	13,6	5,2	3,5	0,0	0,0
Feb	11,5	25,7	38,5	11,2	8,0	4,5	0,6	0,0
Mar	9,7	29,6	39,0	11,2	6,2	3,1	0,8	0,5
Abr	14,9	32,8	31,9	9,2	6,9	3,3	1,0	0,0
May	7,3	37,8	36,0	11,6	4,4	2,0	0,9	0,0
Jun	13,6	49,2	29,0	6,0	1,0	1,3	0,0	0,0
Jul	15,6	49,5	22,3	5,4	3,5	2,3	1,1	0,4
Ago	7,9	37,0	33,1	10,2	6,3	3,2	1,1	1,2
Sep	15,4	39,7	28,6	6,8	4,0	3,2	1,5	0,7
Oct	11,6	31,7	30,6	12,9	7,3	4,7	0,8	0,4
Nov	11,8	31,6	29,7	17,1	6,1	3,8	0,0	0,0
Dic	10,6	25,4	34,9	15,5	8,6	4,6	0,4	0,0
Promedio Año 2004	11,3	34,8	33,4	10,5	5,6	3,3	0,7	0,3

Tabla ME-3
Frecuencias de Dirección del Viento (%)
Mejillones - Año 2004

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Ene	12,8	2,0	0,5	0,1	0,1	0,5	0,7	4,0	14,5	31,5	7,3	1,3	1,2	0,9	3,5	19,0
Feb	17,2	3,3	2,2	0,7	0,4	1,0	1,3	2,6	11,8	34,2	6,8	0,7	0,4	1,3	2,4	13,6
Mar	14,2	5,8	1,6	1,1	0,5	0,4	1,9	3,8	15,1	34,0	4,6	1,2	0,7	0,5	2,3	12,4
Abr	11,5	5,3	2,2	1,1	0,6	1,4	3,6	7,5	15,3	29,4	3,2	0,3	0,6	0,4	2,8	14,9
May	10,3	4,6	1,6	1,1	0,4	1,9	4,7	11,0	19,9	28,8	3,1	0,7	0,1	0,5	1,6	9,7
Jun	15,4	8,2	3,6	1,0	0,7	2,1	6,7	11,9	14,6	17,2	1,8	0,6	0,1	0,6	4,2	11,4
Jul	19,6	6,7	3,4	0,9	0,5	2,3	6,0	8,1	11,3	16,5	2,3	1,5	0,4	0,8	3,6	16,0
Ago	18,1	4,8	1,6	0,5	1,1	0,3	2,3	5,8	14,5	27,4	4,0	0,9	0,9	0,7	3,5	13,4
Sep	15,4	6,1	2,1	0,1	1,1	0,8	1,1	3,8	9,6	24,3	8,9	0,6	0,8	0,7	6,5	18,1
Oct	11,4	3,9	0,8	0,1	0,3	0,4	1,1	2,7	7,8	32,4	8,5	2,0	1,3	3,5	6,6	17,2
Nov	11,0	3,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	7,6	23,6	8,0	0,4	1,1	6,1	13,7	22,8
Dic	10,5	2,8	0,8	0,1	0,5	0,5	0,0	2,0	10,9	29,3	7,4	1,5	2,3	1,9	9,4	20,0
Promedio Año 2004	14,1	4,8	1,8	0,6	0,6	1,0	2,6	5,6	13,0	27,6	5,3	1,0	0,8	1,2	4,5	15,3

Según se aprecia en las rosas de viento de las figuras ME-1 y ME-2 y en la Tabla ME-3, la dirección predominante del viento es la SSW, con un 27,6% del tiempo, seguida por la dirección NNW, con el 15,3% del tiempo, y la dirección N, con el 14,1% del tiempo.

b) *Temperatura*

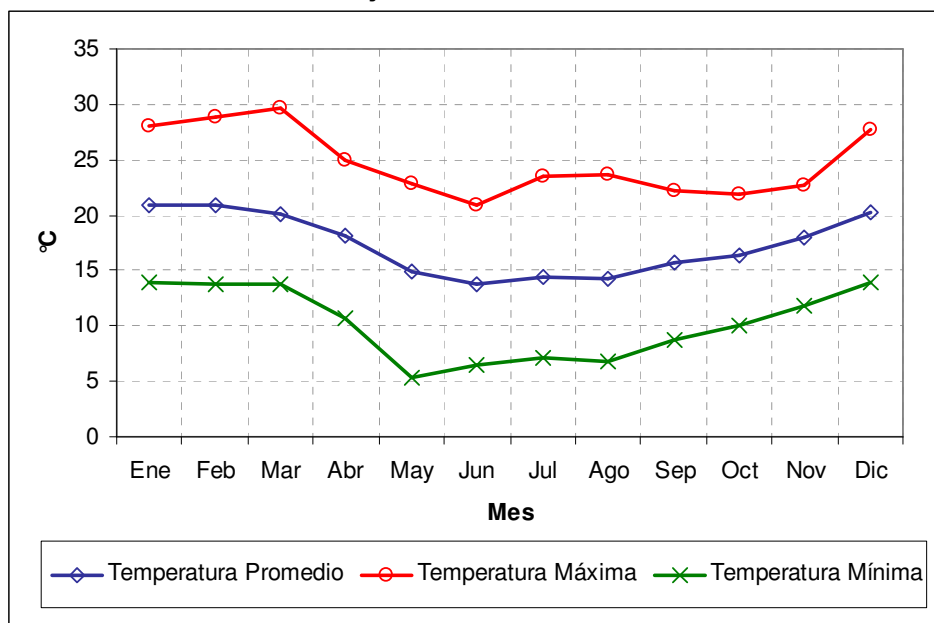
En la Tabla ME-4 se presentan los valores mensuales de temperatura ambiente, en términos de máximos, mínimos y promedios, para el año 2004.

Tabla ME-4
Temperatura Ambiente
Mejillones - Año 2004

	Temperatura Promedio (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
Ene	20,9	28,0	14,0
Feb	20,9	28,9	13,8
Mar	20,1	29,6	13,8
Abr	18,1	25,0	10,7
May	15,0	22,9	5,3
Jun	13,8	21,0	6,5
Jul	14,4	23,6	7,2
Ago	14,3	23,6	6,9
Sep	15,7	22,2	8,7
Oct	16,4	21,9	10,0
Nov	17,9	22,7	11,9
Dic	20,3	27,8	13,9
Año 2004	17,3	29,6	5,3

Como complemento, en la Figura ME-3 se observa el comportamiento mensual de las temperaturas media, máxima y mínima, durante los 12 meses monitoreados.

Figura ME-3
Temperatura Ambiente
Mejillones - Año 2004



Según se observa en la Tabla ME-4 y en la Figura ME-3, el mes más frío correspondió a junio, con una temperatura promedio de 13,8 °C, mientras que los meses más cálidos fueron enero y febrero con 20,9 °C como temperatura promedio.

La temperatura promedio de todo el año fue de 17,3 °C. La máxima temperatura registrada fue de 29,6 °C (31 de marzo), y la mínima fue de 5,3 °C (25 de mayo).

c) *Humedad Relativa*

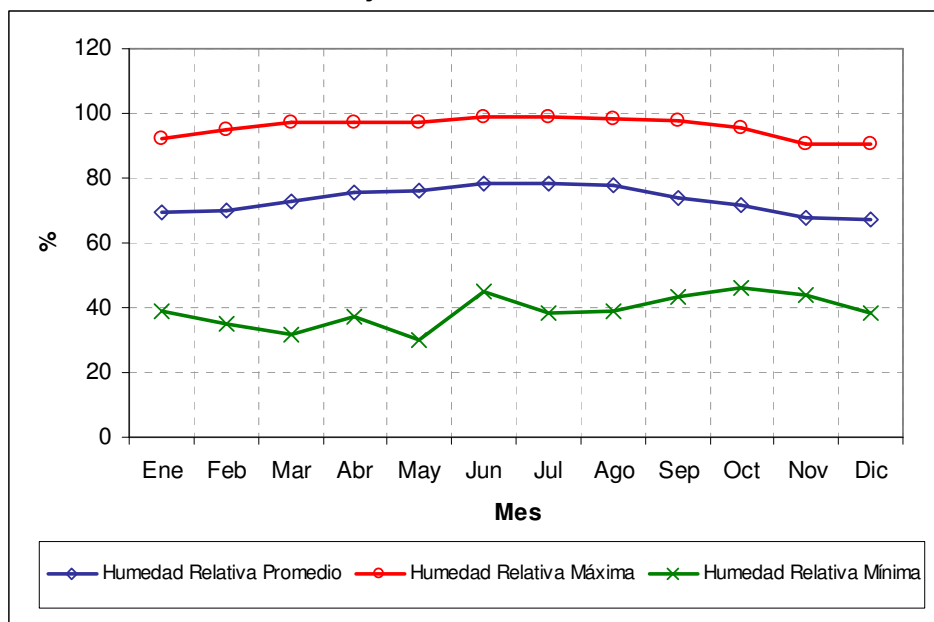
En la Tabla ME-5 se presentan los valores mensuales de humedad relativa, en términos de máximos, mínimos y promedios, para el año 2004.

Tabla ME-5
Humedad Relativa
Mejillones - Año 2004

	Humedad Relativa Promedio (%)	Humedad Relativa Máxima (%)	Humedad Relativa Mínima (%)
Ene	69,3	92,5	38,8
Feb	69,9	95,1	34,9
Mar	72,7	97,4	31,4
Abr	75,6	97,0	37,1
May	76,2	97,0	30,2
Jun	78,5	98,9	45,3
Jul	78,4	98,9	38,4
Ago	77,6	98,3	38,8
Sep	74,1	97,6	43,5
Oct	71,7	95,7	46,3
Nov	67,7	90,5	44,0
Dic	67,2	90,6	38,5
Año 2004	73,6	98,9	30,2

En la Figura ME-4 se observa el comportamiento mensual de la humedad relativa media, máxima y mínima, durante los 12 meses monitoreados.

Figura ME-4
Humedad Relativa
Mejillones – Año 2004



Según se observa en la Tabla ME-5 y en la Figura ME-4, el mes más seco correspondió a diciembre, con una humedad relativa promedio de 67,2%. En tanto, el mes más húmedo fue junio con una humedad relativa promedio de 78,5%.

4.2.1.4 Análisis de los Resultados y Conclusiones

A partir de los resultados entregados en el punto anterior se puede concluir que durante el año 2004:

- La velocidad media del viento fue de 3,4 m/s, la máxima fue de 12,7 m/s. El porcentaje de calma fue de 11,3%. Aproximadamente, el 68% de las velocidades se registró entre los 1,5 y los 4,5 m/s.
- La dirección predominante del viento fue la SSW, seguida de las direcciones NNW y N.
- La temperatura ambiente media fue de 17,3 °C, en tanto que la máxima del año fue de 29,6 °C y la mínima 5,3 °C. El mes más frío fue junio y los más cálidos fueron enero y febrero.
- La humedad relativa media fue 73,6%, en tanto que la máxima fue de 98,9%, y la mínima 30,2%. La humedad relativa media no presentó gran variación durante el año (entre 67,2 y 78,5%).

4.2.2 Calidad del Aire

4.2.2.1 Introducción

Para caracterizar la Línea de Base de calidad del aire del área de influencia del proyecto, se analizó la información generada producto de la implementación de los programas de monitoreo que ha realizado la empresa Edelnor S.A. en la zona de Mejillones. La información que se presenta a continuación corresponde a los monitoreos realizados en tres estaciones, durante los años 2002, 2003 y 2004, y desde Enero hasta Septiembre de 2005.

La primera de estas estaciones, ubicada en la Estación de Ferrocarriles, es representativa del área poblada de Mejillones. En ella se realizan monitoreos de material particulado respirable, Ni y V en PM-10, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono.

La frecuencia de las mediciones de cada parámetro monitoreado en esta estación, se entrega en la siguiente tabla.

Tabla CA-1
Frecuencia de Monitoreos en Estación de Ferrocarriles

Parámetro	Frecuencia de Medición
PM10	Cada 3 días
SO ₂	Continuo
NO ₂	Cada 3 meses por 1 mes continuo
O ₃	Cada 3 meses por 1 mes continuo

La segunda estación, de acuerdo a las modelaciones realizadas para las emisiones de las Unidades 1 y 2 de la empresa EDELNOR S.A., está ubicada en la zona de máxima concentración respecto a la inmisión de SO₂ (coordenadas 7.441.500 N y 357.000 E). La tercera y última estación está ubicada en la zona intermedia donde se ha determinado la presencia de cactus y gaviotines (coordenadas 7.450.000 N y 366.000 E). La caracterización de gases en esta estación se realiza a través de la técnica de Tubos Pasivos que miden las concentraciones de SO₂ y NO₂ por períodos de 30 días. Este método permite determinar las concentraciones promedio del período durante el cual estuvieron instalados los tubos en el área correspondiente. La razón de usar esta metodología en estos sectores es que en ellos no existe población ni sistemas ecológicos que proteger.

La ubicación de las estaciones monitoras de calidad del aire se puede observar en la Figura CA-1.

4.2.2.2 Área de Influencia

Para los efectos del presente Estudio de Impacto Ambiental se ha definido como área de influencia de la calidad del aire la extensión geográfica hasta donde pueden llegar las emisiones fugitivas de concentrados, con énfasis en el área poblada de la ciudad de Mejillones. Al respecto, se debe considerar que:

- Las direcciones de viento predominante (dirección desde donde sopla el viento), en el área donde se emplazará el proyecto, corresponden a la Norte y Sur-Suroeste.
- De acuerdo a los antecedentes recopilados, el viento sopla hacia Mejillones (zona poblada) en promedio, sólo un 3% del tiempo, con un máximo que no supera el 5%.

4.2.2.3 Normativa de Calidad del Aire Aplicable

El proyecto debe demostrar que su operación permite que en el área de influencia se cumplan las *normas primarias* de calidad del aire vigentes y futuras en Chile, cuyo detalle se entrega a continuación en la Tabla CA-2.

Tabla CA-2
Normas Primarias de Calidad del Aire

Parámetro, Unidad	Cuerpo Legal	Límite	Cálculo	Frecuencia máxima de mediciones sobre el límite
PM10, µg/m ³ N	D.S. N° 59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	150	Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual	7 días al año
	D.S. N° 45/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	50	Promedio aritmético de tres años calendario consecutivos	----
SO ₂ , µg/m ³ N	D.S. N° 113/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	250	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario	----
	D.S. N° 113/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	80	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos	----
NO ₂ , µg/m ³ N	D.S. N° 114/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	400	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario	----
	D.S. N° 114/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	100	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos	----
O ₃ , µg/m ³	Resolución N° 1.215/92 del Ministerio de Salud	160	Máximo horario	1 vez al año
	D.S. N° 112/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	120	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas (promedio móvil) registrados durante un año calendario	----

Cabe hacer presente que el cumplimiento de normas primarias asegura que no hay riesgos a la salud de la población.

Respecto a la norma secundaria, la Resolución Exenta N° 095/2002 de la Dirección Ejecutiva de la CONAMA señala, respecto al proyecto “Uso de un combustible alternativo en las Unidades 1 y 2 de la Central Térmica Mejillones” que a éste “no le sería aplicable la norma secundaria de SO₂, en tanto en el área de influencia del proyecto no se evidencia la presencia de explotaciones silvoagropecuarias ni de ecosistemas que se encuentren dentro de áreas silvestres protegidas por el Estado. Adicionalmente, ha de consignarse que el área de emplazamiento del proyecto se encuentra calificado como industrial, motivo por el cual también se exceptuaría del cumplimiento de la norma secundaria referida.”

4.2.2.4 Resultados

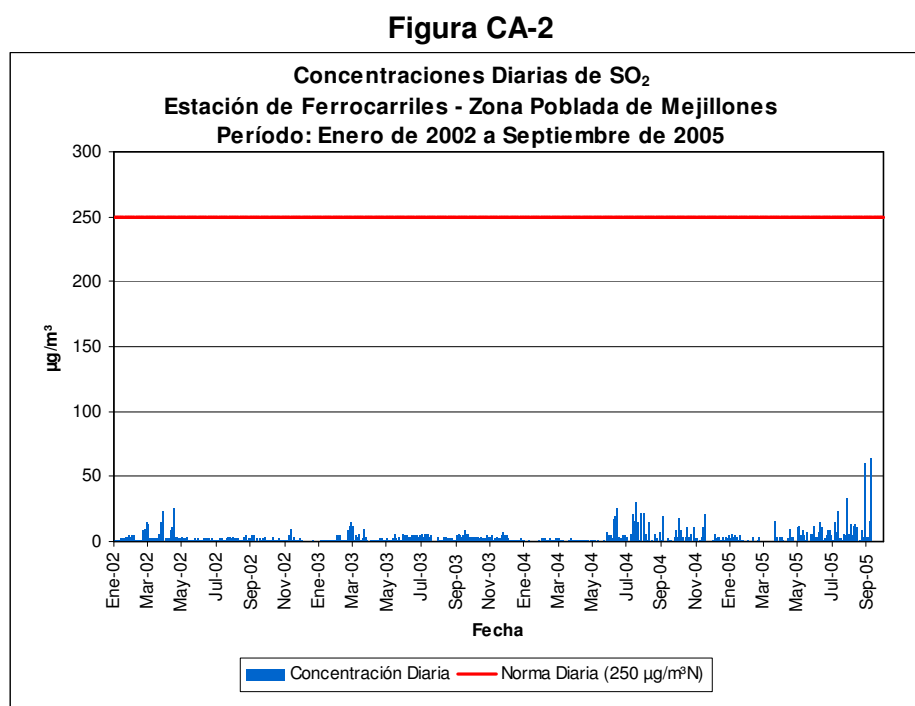
A continuación, se entregan los resultados de los monitoreos realizados.

a) Dióxido de Azufre

a1) Estación de Ferrocarriles

Para esta variable, se analizó la información generada a partir de los monitoreos realizados en la Estación de Ferrocarriles, en la zona poblada de Mejillones, durante los años 2002, 2003 y 2004, y desde Enero hasta Septiembre de 2005.

En la Figura CA-2 se entregan las concentraciones diarias de SO₂ durante el período monitoreado.



En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de concentraciones diarias de SO₂, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-3
Máximos Promedios Diarios de SO₂
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Año	Máximo Promedio Diario (µg/m³)
2002	25,3
2003	15,0
2004	30,6

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el máximo promedio diario fue 64,1 µg/m³.

En la Tabla CA-4 se entregan los valores máximos de concentraciones diarias de SO₂, calculadas como percentil 99, para cada año completo monitoreado.

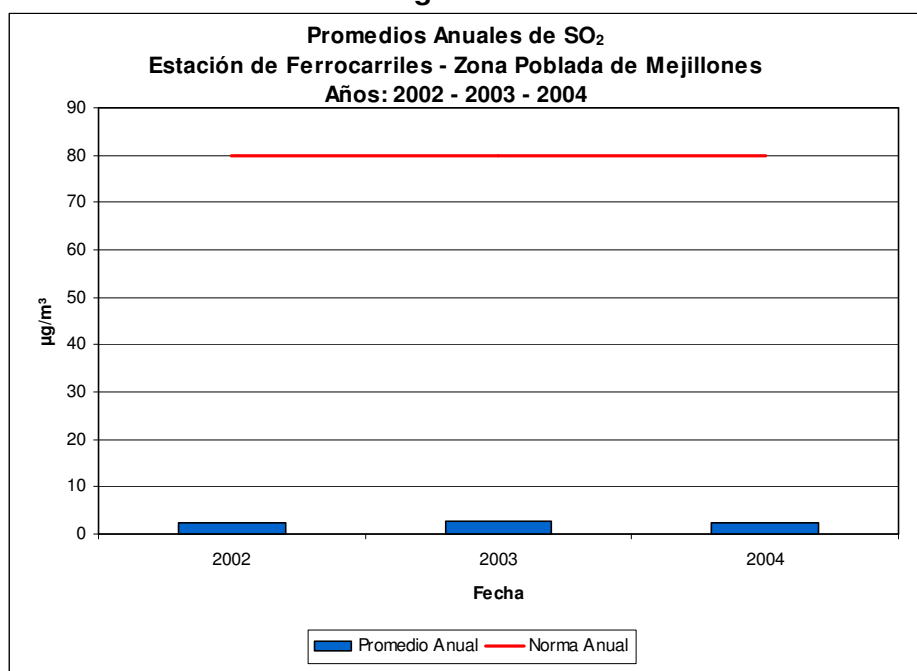
Tabla CA-4
Máximos Promedios Diarios de SO₂ – Percentil 99
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Año	Máximo Promedio Diario - Percentil 99 (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)	Norma Diaria (µg/m³)
2002	15,0	16,1	250
2003	11,7		
2004	21,6		

La tabla anterior muestra que el promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones diarias de SO₂, es de 16,1 µg/m³, valor que cumple ampliamente con la norma diaria.

En la Figura CA-3 se entregan las concentraciones anuales de SO₂ para cada año completo monitoreado.

Figura CA-3



Los valores promedios anuales de SO₂, para cada año completo monitoreado, graficados en la figura anterior, se entregan en la Tabla CA-5.

Tabla CA-5
Promedios Anuales de SO₂
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 - 2004

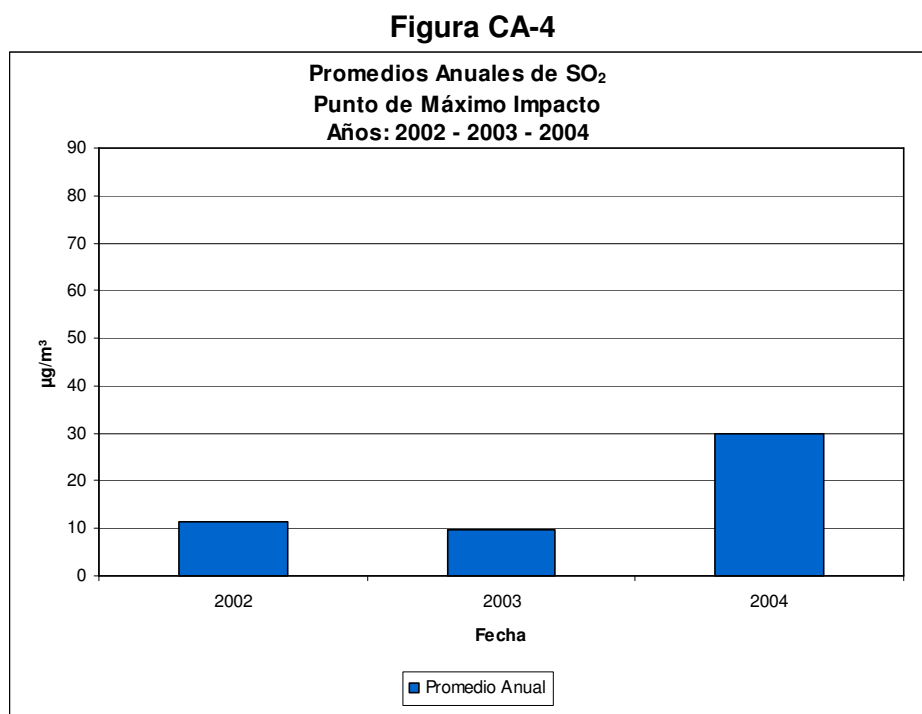
Año	Promedio Anual (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
2002	2,4	2,5	80
2003	2,8		
2004	2,2		

De acuerdo a lo señalado en la Figura CA-3 y Tabla CA-5, se observa que los valores monitoreados de SO₂ cumplen ampliamente con la normativa anual.

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 3,0 µg/m³. Si se asume que este valor se mantendrá como promedio anual de 2005, éste también estaría muy por debajo de la norma anual.

a2) Estación “Zona Máxima Concentración”

En la Figura CA-4 se muestran los promedios anuales de SO₂, medidos en el punto de máxima concentración ambiental, para cada año completo monitoreado.



En la Tabla CA-6, se entregan los promedios anuales de SO₂, en el Punto de Máximo Impacto.

Tabla CA-6
Promedios Anuales de SO₂
Zona de Máxima Concentración
Años: 2002 - 2003 - 2004

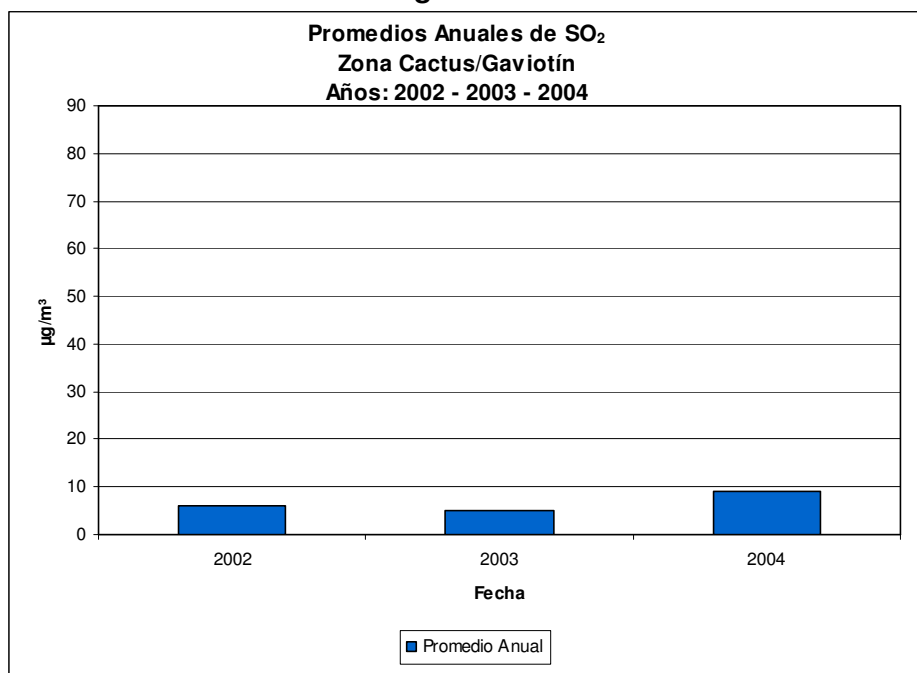
Año	Promedio Anual (µg/m³)
2002	11,5
2003	9,7
2004	29,8

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 32,2 µg/m³, concordante con el monitoreo de 2004.

a3) Estación “Zona Cactus/Gaviotín”

En la Figura CA-5 se muestran los promedios anuales de SO₂, medidos en la zona cactus/gaviotín, para cada año completo monitoreado.

Figura CA-5



En la Tabla CA-7, se entregan los promedios anuales de SO₂, en la zona cactus/gaviotín.

Tabla CA-7
Promedios Anuales de SO₂
Zona Cactus/Gaviotín
Años: 2002 - 2003 - 2004

Año	Promedio Anual (µg/m³)
2002	6,1
2003	5,0
2004	9,1

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 10,3 µg/m³.

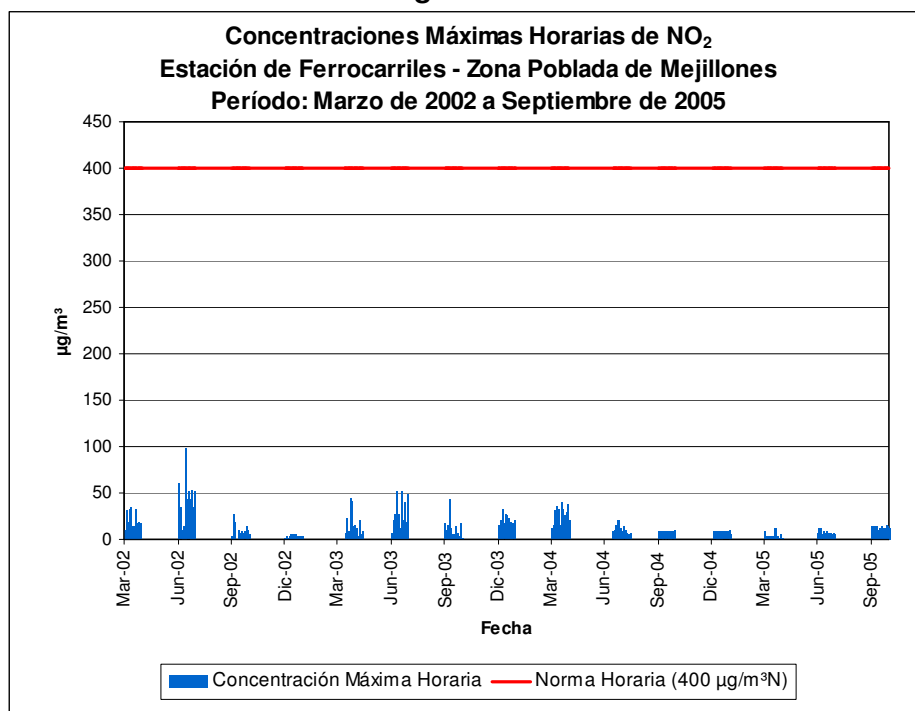
b) Dióxido de Nitrógeno

b1) Estación de Ferrocarriles

Para el NO₂, se presenta la información correspondiente a los monitoreos realizados en la Estación de Ferrocarriles, en la zona poblada de Mejillones, cada tres meses, durante los años 2002, 2003, 2004, y hasta Septiembre de 2005.

En la Figura CA-6 se entregan las concentraciones máximas horarias de NO₂ durante el período monitoreado.

Figura CA-6



En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de concentraciones horarias de NO₂, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-8
Concentraciones Máximas Horarias de NO₂
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

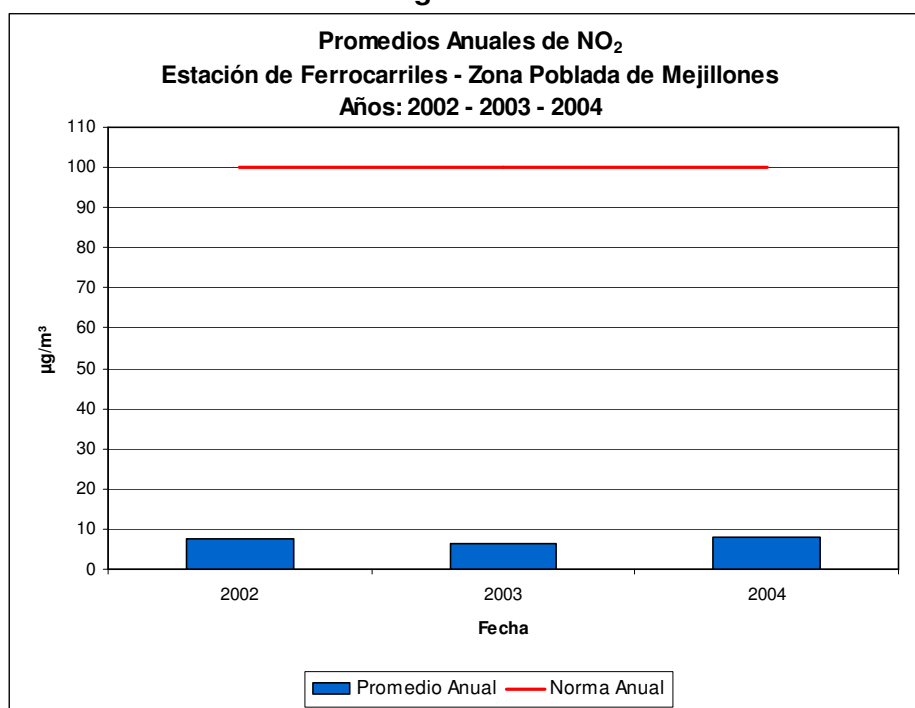
Año	Máximo Horario (µg/m ³)	Norma Horaria (µg/m ³)
2002	97,6	400
2003	52,4	
2004	38,8	

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, la máxima concentración horaria fue 16,2 µg/m³.

A partir de los datos entregados se puede concluir que los valores medidos cumplen ampliamente con la norma horaria.

En la Figura CA-7 se entregan los promedios anuales de NO₂ para cada año completo monitoreado.

Figura CA-7



En la Tabla CA-9 se entregan los promedios anuales de NO₂, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-9
Promedios Anuales de NO₂
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 - 2004

Año	Promedio Anual (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
2002	7,8	100
2003	6,2	
2004	8,0	

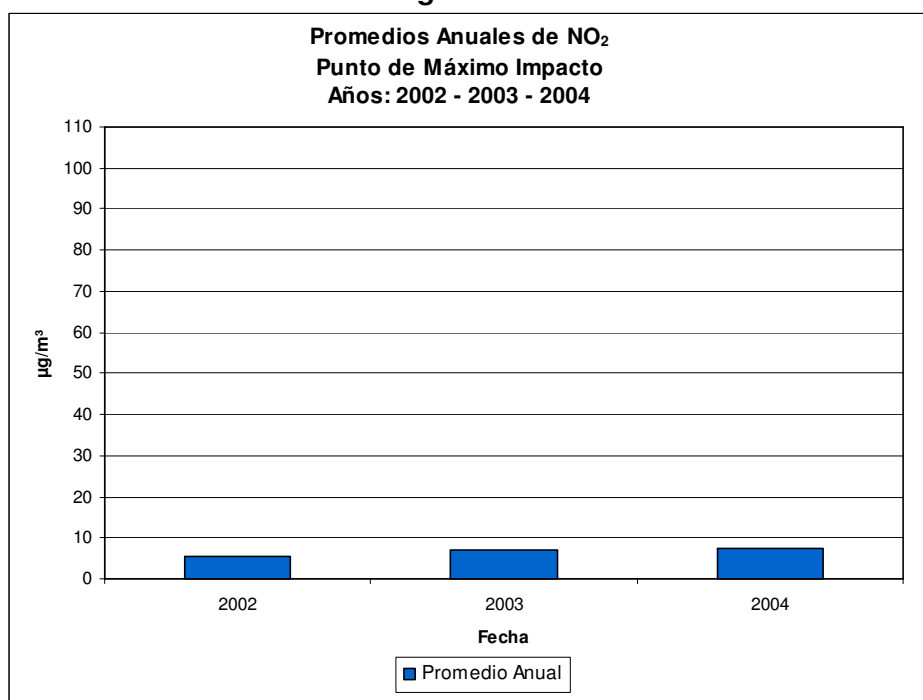
Según lo indicado en la Figura CA-7 y Tabla CA-9, se observa que los valores monitoreados de NO₂ cumplen ampliamente con la normativa anual.

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 3,9 µg/m³. Suponiendo que este valor se mantendrá como promedio anual de 2005, éste también estaría muy por debajo de la norma anual.

b2) Estación "Zona Máxima Concentración"

En la Figura CA-8 se muestran los promedios anuales de NO₂, medidos en la zona de máxima concentración ambiental, para cada año completo monitoreado.

Figura CA-8



En la Tabla CA-10, se entregan los promedios anuales de NO₂, en el Punto de Máximo Impacto.

Tabla CA-10
Promedios Anuales de NO₂
Punto de Máximo Impacto
Años: 2002 - 2003 - 2004

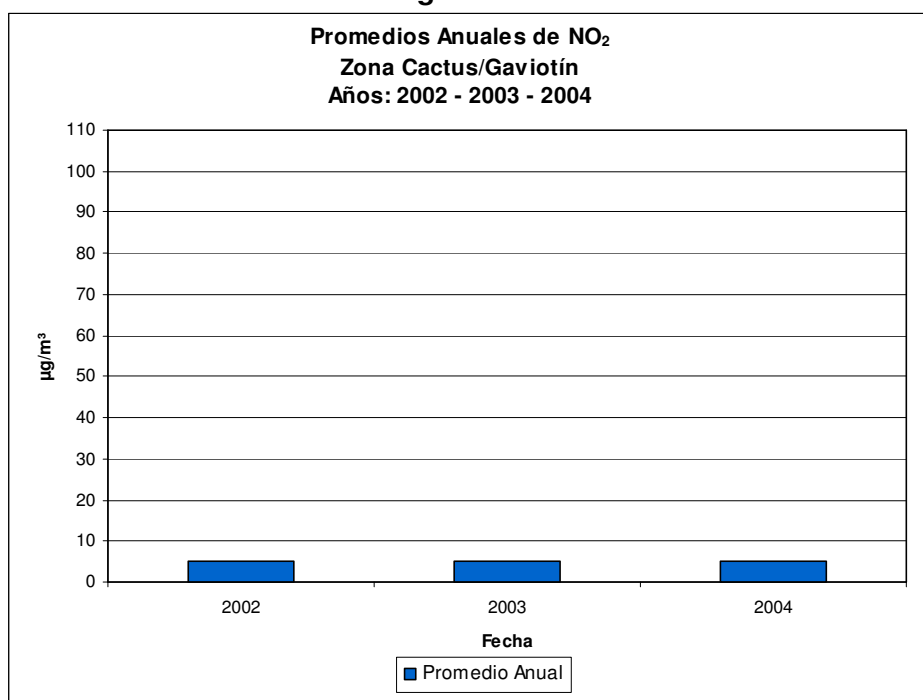
Año	Promedio Anual (µg/m³)
2002	5,3
2003	7,0
2004	7,6

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 8,2 µg/m³.

b3) Estación "Zona Cactus/Gaviotín"

En la Figura CA-9 se muestran los promedios anuales de NO₂, medidos en la zona cactus/gaviotín, para cada año completo monitoreado.

Figura CA-9



En la Tabla CA-11, se entregan los promedios anuales de NO₂, en la zona cactus/gaviotín.

Tabla CA-11
Promedios Anuales de NO₂
Zona Cactus/Gaviotín
Años: 2002 - 2003 - 2004

Año	Promedio Anual (µg/m³)
2002	4,9
2003	5,2
2004	5,1

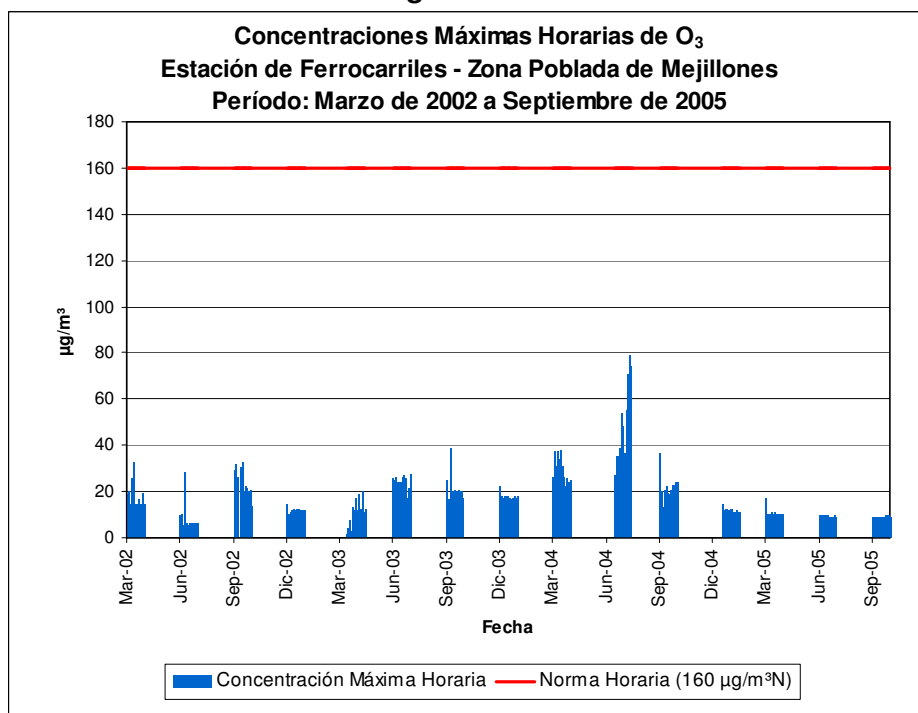
Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de 5,2 µg/m³.

c) Ozono

Para el O₃, se presenta la información correspondiente a los monitoreos realizados en la Estación de Ferrocarriles, en la zona poblada de Mejillones, cada tres meses, durante los años 2002, 2003, 2004, y hasta Septiembre de 2005.

En la Figura CA-10 se entregan las concentraciones máximas horarias de O₃ durante el período monitoreado.

Figura CA-10



En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de concentraciones horarias de O₃, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-12
Concentraciones Máximas Horarias de O₃
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Año	Máximo Horario (µg/m³)	Norma Horaria (µg/m³)
2002	32,6	160
2003	38,8	
2004	78,7	

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, la máxima concentración horaria fue 17,2 µg/m³.

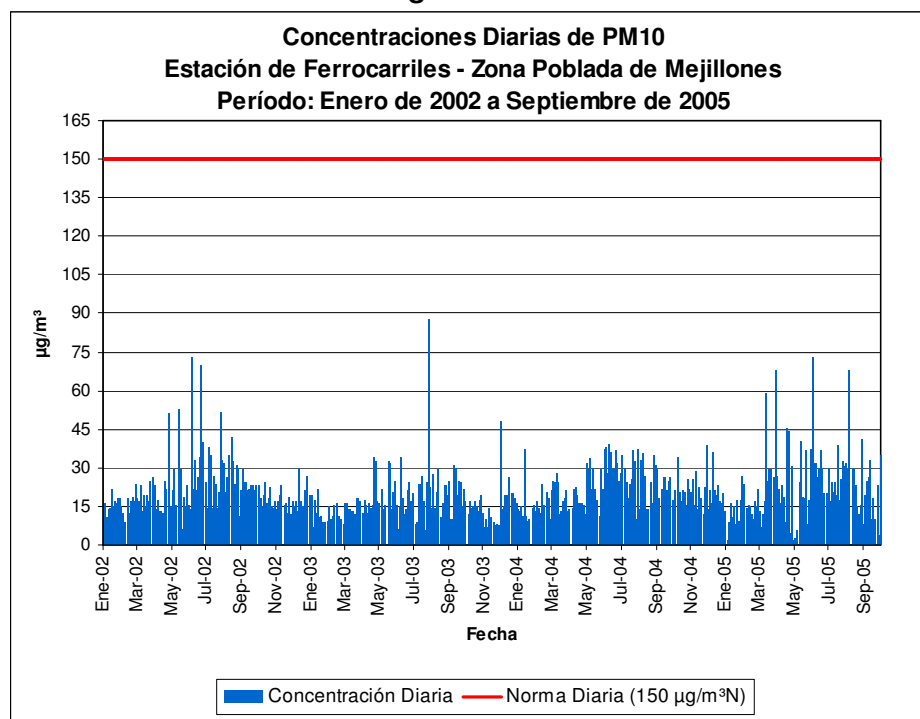
A partir de los datos entregados se puede concluir que los valores medidos cumplen ampliamente con la norma horaria, ya que el valor horario máximo medido (78,7 µg/m³) corresponde a un 49% de la norma horaria.

d) Material Particulado Respirable

Para el PM10, se presenta la información correspondiente a los monitoreos realizados en la Estación de Ferrocarriles, en la zona poblada de Mejillones, durante los años 2002, 2003 y 2004, y desde Enero hasta Septiembre de 2005.

En la Figura CA-11 se entregan las concentraciones diarias de PM10 durante el período monitoreado.

Figura CA-11



En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de concentraciones diarias de PM10, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-13
Máximos Promedios Diarios de PM10
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Año	Máximo Promedio Diario (µg/m³)
2002	73,0
2003	88,0
2004	39,0

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el máximo promedio diario fue 73,0 µg/m³.

En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de concentraciones diarias de PM10, calculadas como percentil 98, para cada año completo monitoreado.

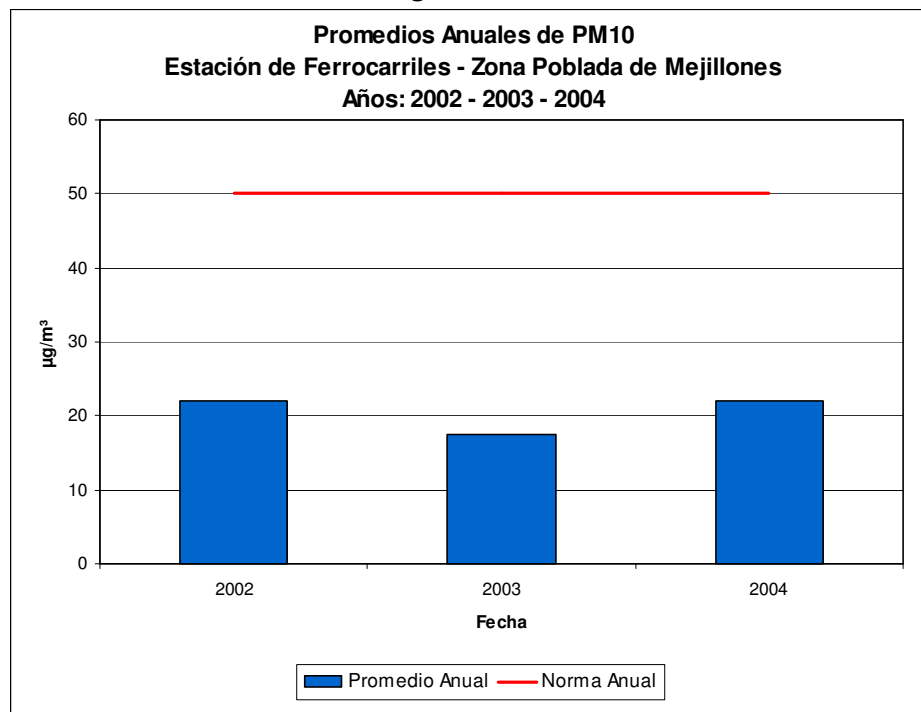
Tabla CA-14
Máximos Promedios Diarios de PM10 – Percentil 98
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Año	Máximo Promedio Diario - Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2002	52,7	41,7	150
2003	34,4		
2004	38,0		

A partir de lo señalado en la Figura CA-11 y Tabla CA-14 se puede concluir que los valores medidos cumplen con la norma diaria. Siendo el promedio de tres años del percentil 98 de las concentraciones diarias de PM10 ($41,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) un 28% del valor normado.

En la Figura CA-12 se entregan los promedios anuales de PM10 para cada año completo monitoreado.

Figura CA-12



En la Tabla CA-15 se entregan los valores promedios anuales de PM10, para cada año completo monitoreado.

Tabla CA-15
Promedios Anuales de PM10
Estación de Ferrocarriles - Zona Poblada de Mejillones
Años: 2002 - 2003 – 2004

Período	Promedio Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2002	21,9	20,5	50
2003	17,5		
2004	22,1		

Según lo señalado en la Figura CA-12 y Tabla CA-15, se observa que los valores monitoreados de PM10 cumplen con la normativa anual. Siendo el promedio de tres años ($20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) un 41% de la norma.

Además, durante el período comprendido entre Enero y Septiembre de 2005, el promedio de los 9 meses fue de $23,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si se asume que este valor se mantendrá como promedio anual de 2005, éste también estaría por debajo de la norma anual.

e) Níquel

Para el Níquel, se cuenta con la información correspondiente a los análisis realizados al material particulado respirable, obtenido de los monitoreos realizados en la zona poblada de Mejillones, durante los años 2002, 2003 y 2004, y desde Enero a Septiembre de 2005.

Para todos los análisis realizados durante este período, no se detectó la presencia de Níquel en los filtros de PM10.

f) Vanadio

Para el Vanadio, se cuenta con la información correspondiente a los análisis realizados al material particulado respirable, obtenido de los monitoreos realizados en la zona poblada de Mejillones, durante los años 2002, 2003 y 2004, y desde Enero a Septiembre de 2005.

Para todos los análisis realizados durante este período, no se detectó la presencia de Vanadio en los filtros de PM10.

4.2.2.5 Conclusiones

De acuerdo a los resultados de monitoreo de calidad del aire entregados en los párrafos anteriores, se puede concluir que todos los parámetros medidos, tanto gases como el material particulado respirable, cumplen ampliamente con la normativa ambiental vigente.

4.2.3 Suelos y Uso Actual

4.2.3.1 Introducción

En este acápite se analiza las características y capacidad de Uso de Suelo del área que requiere el proyecto para sus futuras instalaciones.

4.2.3.2 Área de Influencia

El área de influencia del proyecto, para la componente suelos y Uso Actual, comprende los terrenos donde se emplazará el proyecto en el área industrial que se ubica al este de la zona poblada de la comuna de Mejillones. También comprende la caracterización de los suelos en el sector donde se emplazará el vertedero de residuos de Combustión.

4.2.3.3 Estratigrafía de los Suelos en el área de influencia

a) Sector de Emplazamiento de las Unidades de Generación

Sobre la base de la información bibliográfica recopilada y analizada, el subsuelo en el área de influencia del proyecto se puede caracterizar por dos horizontes de suelo típico:

- **Horizonte H-1**

Constituido por estratificaciones de arenas finas mal graduadas, arenas gravosas y en menor grado gravas arenosas, todas las cuales se presentan en general limpias, con escaso contenido de finos limosos no plásticos. Estos suelos presentan un contenido variable de conchuelas e incluso de conchas, inferior a 3% en peso; la distribución granulométrica de este horizonte es muy variable.

La compacidad del estrato es variable, con densidades relativas promedio en torno a 60% en los primeros 4 m. de profundidad, incrementándose a un valor promedio de 70 a 75% a profundidades mayores.

Gran parte del horizonte de suelo H-1 aparece expuesto en el farellón costero de unos 20 m. de altura que se sitúa a unos 100 m al norponiente del área donde se emplazará el proyecto. De acuerdo a referencias consultadas, este estrato se desarrollaría a lo menos hasta una profundidad de 28 a 35 m. en el sector donde se ubicará el proyecto, bajo lo cual se detectaría el suelo fino limoso que se describe a continuación.

- **Horizonte H-2**

Bajo el suelo arenoso definido como Horizonte H-1, se desarrollaría un suelo limoso de alta plasticidad, cementado, de consistencia firme (índice de penetración estándar mayor a 20 golpes por pie). El origen de este suelo sería un depósito de microorganismos denominado diatomeas. El espesor de este horizonte sería superior a 30 m.

Con relación a la napa freática estable, de acuerdo a la información bibliográfica recopilada y analizada, ésta se encontraría entre los 22,6 y 23,1 m de profundidad, lo que significaría que ésta estaría asociada al nivel medio del mar.

b) Sector de Emplazamiento del vertedero de residuos de combustión

Para caracterizar el área de estudio desde el punto de vista edáfico, se procedió en primera instancia a una revisión bibliográfica de los antecedentes existentes para el sector, principalmente, aquellos realizados por CIREN y USDA.

Posteriormente, durante el mes de mayo de 2006 se realizó un trabajo de terreno, durante el cual se efectuaron tres calicatas de aproximadamente 1x1x1 m, cuyo objetivo fue describir las características de los estratos u horizontes que conforman el perfil de cada una de ellas.

A la fecha el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) no ha efectuado estudios de suelos específicos para el área de estudio.

De acuerdo con la clasificación de suelos del USDA (Soil Survey Division Staff. 1993), el área de estudio se inserta en los suelos pertenecientes al Orden Entisols, estos corresponden a suelos de desarrollo limitado, que provienen de depósitos aluviales recientes o son suelos muy delgados sobre rocas, o suelos delgados en pendientes fuertes o dunas con escasa acumulación de materia orgánica. Corresponden a los suelos que se conocían como Litosoles y Regosoles (suelos azonales).

Se caracterizan por no presentar horizontes claramente diferenciados y la acumulación de materia orgánica es nula o muy escasa.

Clasificación de los Suelos según Reconocimiento de Terreno

En el área de estudio y dado las condiciones ambientales, no se observan procesos pedogenéticos importantes, de manera tal que los suelos presentes, no corresponden a lo estipulado en una definición edafológica, sino más bien al concepto geológico-morfológico, de lo que podría establecerse como formaciones superficiales. En este sentido, los suelos no presentan los perfiles típicos, ni la diferenciación entre horizontes, caracterizándose según tamaño del regolito, origen, disposición, compactación, entre otras.

Debido a esta razón, se ha estimado pertinente no realizar un análisis edafológico propiamente tal, ya que los suelos del área de estudio, tal como se indica anteriormente corresponden a los denominados Entisoles, es decir, suelos sin desarrollo o desarrollo muy limitado, que se originan a partir de la evolución de una terraza marina, en la cual los procesos eólicos han jugado un rol fundamental (Foto SU-1).

Foto SU-1. Vista general área de emplazamiento del vertedero



- **Calicata 1 (Ca-1)**

Características físicas y morfológicas del pedón

Prof. (cm)

0 – 0,5 Gravas y gravillas

0,5 – 11 Areno limoso; pardo muy suave (10 YR 7/3) en seco, gris (2,5 YR 6/1) con manchas amarillo suave (2,5 YR 7/3) en húmedo; grano simple; suelto, suelto, no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite ondulado abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.

11 – 23 Areno gravoso; matriz pardo muy suave (10 YR 7/3) en seco, gris (2,5 Y 6/1) en húmedo, sin raíces; límite lineal abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.

23 – 43 Gravas y gravillas en matriz arenosa con restos calcáreos; matriz gris suave (2,5 Y 7/1) en seco, gris (2,5 Y 5/1) en húmedo; límite ondulado abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico, con presencia de piedras de hasta 5 cm de diámetro.

43 – 56 Arenosa; gris suave (2,5 Y 7/1) en seco, gris (2,5 Y 5/1) en húmedo, grano simple; suelto, suelto; no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite ondulado difuso. Sin reacción al ácido clorhídrico.

56 – 58 Estrato salino, fuertemente compactado.
y más

Foto SU-2. Perfil de calicata 1 (Ca-1)



- **Calicata 2 (Ca-2)**

Características físicas y morfológicas del pedón

Prof. (cm)	
0 – 0,5	Gravas y gravillas
0,5 - 11	Arenoso fino con gravillas; pardo muy suave (10 YR 7/4) en seco, pardo verdoso suave (2,5 Y 5/3) en húmedo; grano simple; suelto, suelto, no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite ondulado abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
11 - 22	Areno arcilloso; pardo (10 YR 5/3) en seco, pardo (10 YR 4/3) en húmedo; bloques subangulares fuertes; muy rígido, duro; no adhesivo, no plástico, sin raíces; límite ondulado difuso. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
22 - 31	Gravillas en matriz arenosa con restos calcáreos; matriz gris (2,5 Y 6/1) en seco, gris (2,5 Y 6/1) en húmedo; límite ondulado abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
31 - 40	Arenoso fino; gris suave (5 Y 7/1) en seco, gris pardusco suave (2,5 Y 6/2) en húmedo, grano simple; suelto, suelto; no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite ondulado difuso. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
40 - 43	Gravillas en matriz arenosa con restos calcáreos; matriz gris (2,5 Y 6/1) en seco, gris (2,5 Y 6/1) en húmedo; límite ondulado abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
43 - 53	Arenoso fino; gris suave (5 Y 7/1) en seco, gris pardusco suave (2,5 Y 6/2) en húmedo, grano simple; suelto, suelto; no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite lineal claro. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.
53 – 80 y más	Arenoso fino; gris suave (5 Y 7/1) en seco, gris (2,5 Y 6/1) en húmedo, grano simple, suelto, suelto, no adhesivo, no plástico; sin raíces. No presenta reacción al ácido clorhídrico.

Foto SU-3. Perfil calicata 2 (Ca-2).



- **Calicata 3 (Ca-3)**

Características físicas y morfológicas del pedón

Prof. (cm)

0 – 0,5 Gravas y gravillas

0,5 - 13 Arenoso limoso con gravas; gris suave (10 YR 7/1) en seco, pardo verdoso suave (2,5 Y 5/4) en húmedo; grano simple; suelto, suelto, no adhesivo, no plástico; sin raíces; límite lineal abrupto. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.

13 - 26 Gravas y gravillas en matriz arenosa con materiales calcáreos; matriz gris suave (10 YR 7/1) en seco, pardo verdoso suave (2,5 Y 5/6) a gris suave (2,5 Y 7/1) en húmedo; sin raíces; límite ondulado claro. Fuerte reacción al ácido clorhídrico; compactado. Con piedras de hasta 4 cm de diámetro.

26 – 100 y más Arenosa fina; gris suave (5 Y 7/1) en seco, gris (2,5 Y 5/1) en húmedo; grano simple; suelto, suelto; no adhesivo, no plástico, sin raíces. Sin reacción al ácido clorhídrico. Con lentes de material calcáreo.

Foto SU-4. Perfil calicata 3 (Ca-3)



4.2.3.4 Análisis del Plan Regulador

La comuna de Mejillones posee actualmente 2 instrumentos de ordenamiento territorial. Estos son el Plan Regulador Comunal (PRC) y el Plan Regulador Intercomunal (PRIBC), que incluye las comunas del borde costero de la Región Antofagasta.

El PRIBC, regula y orienta el proceso de desarrollo físico del territorio costero de las comunas dentro de las cuales se encuentra Mejillones, pero deja claramente establecido que los instrumentos de planificación, actualmente existentes, tales como Planes Reguladores Comunales, Planes Seccionales y Límites Urbanos, en cuanto no se contrapongan con las disposiciones del PRIBC, tendrán plena vigencia.

De acuerdo a los antecedentes contenidos en ambos Planes reguladores (comunal e intercomunal) se puede indicar que en la práctica, para el área donde se ubicarán las instalaciones de Suez Energy Andino S.A.(Central) es el PRC de Mejillones el que norma esta área, definiendo este sector como de extensión urbana y específicamente como área de extensión Industrial (código U4).

Lo anterior significa que el destino es de usos predominantemente industriales, bodegaje, acopio y de almacenamiento, reconociendo además actividades y estructuras portuarias existentes, pudiendo mejorar estas instalaciones dentro de los límites actuales y sin que éstas puedan constituir una instalación portuaria de diferente carácter al actual.

Por lo tanto los usos posibles son principalmente el equipamiento de apoyo a la actividad portuaria, ferroviaria y pesquera a escala regional. Además se considera la Industria y bodegaje peligroso, ya sea molesto como inofensivo. Finalmente permite el Equipamiento de transporte marítimo y terrestre ya sea carretero, ferroviario y ductos; patios de acopio, oficinas, áreas verdes y vialidad.

El vertedero de residuos sólidos del proceso de combustión se emplaza fuera del área regulada por instrumentos de planificación territorial.

4.2.3.5 Conclusiones

Respecto de los suelos donde se emplazarán las obras, éstos no presentan ninguna característica de suelos desde el punto de vista edafológico. La información de terreno concuerda con los resultados bibliográficos respecto a las características y origen del suelo del área de estudio, es decir, en rigor estos suelos corresponden a materiales depositacionales y sin desarrollo pedogenético.

Dado las características del material que conforman este suelo, no presentan condiciones para el desarrollo de actividades silvoagropecuarias.

Considerando los antecedentes tantos bibliográficos como de terreno, al área de estudio se le asigna una Capacidad de Uso VIII.

En relación con el ordenamiento territorial, no se identifican conflictos de uso de suelo. Esto debido a la clasificación otorgada en el Plan Regulador Comunal al área donde se emplazará el proyecto (Central) y que autoriza usos vinculados con la infraestructura necesaria para la extensión Industrial. Por otra parte, el área de emplazamiento del vertedero no está regulada por instrumentos de planificación territorial.

4.2.4 Áreas de Riesgo

4.2.4.1 Introducción

Desde un punto de vista geomorfológico, los riesgos naturales deben considerarse como el resultado de situar o localizar actividades antrópicas en zonas o áreas que se vean periódicamente afectadas por fenómenos naturales extremos de tipo físico, tales como aluviones, terremotos, tsunamis, derrumbes, etc.

Inicialmente los estudios de riesgos se enfocaron a analizar los eventos extremos de la naturaleza y los efectos que dichos fenómenos originaban, sobre el sistema humano. Sin embargo, con posterioridad, los estudios se han utilizado con el fin de mitigar el efecto de estos procesos, mediante una planificación cuidadosa del espacio (Gares, et. al, 1994).

El campo de investigación de los riesgos naturales posee una rica historia en geografía, principalmente debido a que éste implica el análisis de los conflictos entre los procesos físicos y el sistema humano. El área de conflicto concierne al paisaje y desarrollo de procesos que se pueden transformar en impactos catastróficos sobre el sistema humano.

Considerando que el área donde se desarrolla el proyecto, corresponde a una zona morfológicamente estable, donde no se espera la existencia de procesos que puedan alterar la dinámica del lugar. De esta manera no se considera la existencia de riesgos, salvo los asociados a los terremotos y Tsunamis, los cuales han sido estudiados profusamente en este sector.

4.2.4.2 Área de Influencia

El área de influencia para esta variable presenta dos escalas de estudio, por un lado una área de influencia específica (a nivel de quebradas) para el estudio de riesgos asociados a remociones en masa; y por otro lado, un área de influencia general e incluso regional, para la estimación del riesgo sísmico y/o tsunamis. Ambas, muy superiores al área que requiere el proyecto para sus obras y operación, las que se verificarán al interior de la zona donde se emplazará el proyecto en el área industrial ubicada al norte de la zona poblada de la comuna de Mejillones

4.2.4.3 Tipos de Riesgos en el Área de Estudio

Según Ramírez (1985), la zona costera correspondiente a la franja que va de 0 a 500 metros de altitud aproximadamente, presenta dos riesgos principales, que corresponden tanto a las avenidas de barro, como a los procesos sísmicos recurrentemente.

En el primer caso se trata de movimientos rápidos de flujos detríticos, producto de lluvias intensas (chubascos), de un monto que varía entre 10 y 20 m, en combinación con las características físicas del área, referidas a las fuertes pendientes y el trabajo de intemperización propio del clima árido, el cual presenta las condiciones adecuadas para la generación de dichos procesos. En este caso, el área del proyecto se encuentra fuera de estas dinámicas.

El segundo riesgo se refiere a la gran actividad sísmica de la fosa oceánica chileno-peruana, que corresponde a la zona de subducción de la placa de Nazca y que provoca una serie de sismos, tanto de foco superficial, como medios y profundos, que sin duda afectan directamente a la costa.

Estos sismos están determinados por ser una zona en que la placa de Nazca subduce bajo la placa Americana. Los límites de esta subducción escapan hacia el Norte y Sur del área de estudio propiamente tal. Los sismos en este sector son de poca profundidad (menores a 70 km de profundidad) y se dan en la zona de contacto, o plano de Benioff, de las dos placas. Una característica importante es que el número de sismos por años decrece a medida que se aumenta en latitud. En esta área, la placa subduce con una velocidad relativa promedio de 9,5 cm/año, presentando dirección de convergencia Norte 77°, dirección que se mantiene constante durante los últimos 50 millones de años.

La justificación de ser un área de alta sismicidad está dada por la relación de cantidad de sismos que se pueden ubicar en ella y profundidad de sus hipocentros; que independiente de la magnitud del sismo, producen variaciones de intensidad con que éste se presenta en superficie.

Ejemplo de ello es el sismo de Tocopilla (20 de diciembre de 1967 a las 22:25 h.), que alcanzó intensidades de grado 6-7, con importantes daños y, específicamente, cortando cañerías de agua potable (Informe oficial del sismo de Tocopilla. Efecto geológico y en construcciones, SERNAGEOMIN).

Al mismo tiempo, el historial sísmico revela numerosos maremotos que han causado Tsunamis en los puertos y ciudades costeras. Según Ramírez la probabilidad de retorno de un Tsunami en la zona costera de la segunda región es de 75 años, lo cual afectaría la cota costera entre los 0 y 11,5 m.s.n.m.

4.2.4.4 Conclusiones

Considerando los aspectos anteriormente descritos y las características topográficas del lugar, se estima que los riesgos presentes en el área del proyecto, sólo comprenden eventos del tipo sísmico, que incluyen terremotos y Tsunamis, no presentando riesgos de tipo aluvional.

De acuerdo a esto, se construirán las instalaciones requeridas por el proyecto con las precauciones fundacionales necesarias para resistir sollicitaciones sísmicas.

4.2.5 Paisaje y Turismo

4.2.5.1 Introducción

El proyecto se construirá en un sector destinado exclusivamente a la actividad industrial. Sin perjuicio de esto, es importante señalar que las obras asociadas al presente proyecto son de escasa envergadura, en comparación a las actuales instalaciones industriales en el área.

4.2.5.2 Área de Influencia

De acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, y a las características del proyecto, el área de influencia para la componente ambiental Paisaje y Turismo ha sido definida por los límites del área industrial de la comuna.

4.2.5.3 Descripción de los elementos del Paisaje en el área de Influencia

a) Elementos bióticos

Como elementos bióticos típicos del paisaje desértico costero, se reconocen algunas aves, como por ejemplo, carancho cordillerano, halcón peregrino, jote de cabeza colorada siendo el ave carroñera más común de toda el área, éste se alimenta preferentemente de todo tipo de desechos de las zonas habitadas, incluyendo los basurales abiertos y desaguaderos de las aguas de colada de las pesqueras.

Con relación a la fauna del medio marino, en general en el sector se desarrolla una variada fauna litoral en la zona que circunda a la Bahía de Mejillones, la que incluye aves y algunos ejemplares de Tortuga Verde.

En cuanto a la vegetación, no existen antecedentes de vegetación nativa ni exótica en el área del proyecto.

b) Elementos antrópicos

El área donde se realizará el proyecto es un área altamente intervenida, donde existe un alto número de elementos antrópicos que limitan a ambos lados de las futuras instalaciones, tales como Puertos, Pesqueras, y otras Plantas de Producción.

c) Áreas singulares

Corresponde principalmente a la Bahía de Mejillones, situada en la planicie que deja el macizo costero de borde abrupto de la II Región. Esta bahía, es abierta en orientación Norte, enmarcada por acantilados en su borde poniente. Presenta grandes extensiones de playas calmas, sin vientos.

El borde costero, se ha definido como área singular, ya que el azul del componente marino es considerado como sitio singular. Estas playas se ubican a 6 Km. del área urbana, sin infraestructura de servicio o apoyo al turismo.

4.2.5.4 Áreas Turísticas del Borde Costero y su Accesibilidad

El potencial turístico que presenta Mejillones, se relaciona principalmente con el aprovechamiento de un extenso litoral dotado de playas, las cuales en conjunto otorgan a la bahía un gran valor escénico. Sin embargo, históricamente la bahía de Mejillones se ha proyectado como un centro de actividad industrial, antiguamente asociado a la actividad ferroviaria y en la actualidad a la actividad pesquera e industrial de gran envergadura, como por ejemplo, centrales termoeléctricas, puertos, plantas de ácido sulfúrico, etc.

En cuanto a la afluencia de turistas, no existe un número considerable que provenga de otras ciudades.

Las playas más frecuentadas, tanto por los habitantes locales como por los visitantes, son aquellas ubicadas en el sector oeste de la Bahía. De norte a sur, el área para la representación turística de la zona es: por el norte las playas de Hornitos y Chacaya, en el sector de Mejillones se determinó como área turística el sector del Rincón, cerro San Luciano y la Punta Angamos.

La playa, próxima a Mejillones, más atractiva para los turistas corresponde a Hornitos, situada a 40 km al norte de la comuna, presentando una extensa playa de arenas blancas que además es muy utilizada para actividades recreacionales, el mar en esta zona es cálido y de suave oleaje; el sector está protegido por acantilados visualmente atractivos, éstos sirven de resguardo a las numerosas casas de verano.

La tipología urbana de Mejillones, corresponde históricamente a una ciudad-puerto, ligada al ciclo productivo del guano y el salitre. Su auge dejó importantes testimonios de la arquitectura civil de madera del Siglo XIX y principios del Siglo XX. Este patrimonio arquitectónico, representa una importante cultura portuaria que se repite en las principales ciudades-puerto de la Región. Destacan en este sentido:

- Iglesia Parroquial Corazón de María;
- Capitanía de Puerto;
- Museo del Mar;

- Municipalidad y,
- Casa de la Cultura

Otro atractivo presente en el área urbana, corresponde a la playa Municipal, ésta tiene una extensión de 800 m lineales aproximadamente desde el Muelle Fiscal hacia el poniente. El Muelle Fiscal es el límite del borde costero turístico, está dispuesto en sentido perpendicular a la playa y tiene una extensión de 150 m. Tiene el rol de mirador de la actividad pesquera y portuaria de la Bahía.

4.2.5.5 Conclusiones

La caracterización del paisaje realizada, señala que el área de influencia del proyecto no existen elementos bióticos singulares o particulares. Los elementos antrópicos dominan el área de influencia (el proyecto se implementará en el área industrial de la comuna de Mejillones). La Bahía de Mejillones se presenta como la única área singular, la que sin embargo, no será impactada significativamente por la implementación y operación del proyecto.

El potencial turístico que presenta Mejillones, se relaciona principalmente con el aprovechamiento de un extenso litoral dotado de playas, las cuales en conjunto otorgan a la bahía un gran valor escénico. Sin embargo, históricamente la bahía de Mejillones se ha proyectado como un centro de actividad industrial (área donde se implementará el proyecto), antiguamente asociado a la actividad ferroviaria y en la actualidad a la actividad pesquera e industrial de gran envergadura, como por ejemplo, centrales termoeléctricas, puertos, plantas de ácido sulfúrico, etc.

4.2.6 Ruido

4.2.6.1 Introducción

El siguiente acápite describe la caracterización de Línea de Base para el componente ambiental ruido en el área de influencia del proyecto. Esta descripción tiene como propósito analizar a posteriori las emisiones acústicas en el área del proyecto y evaluar el cumplimiento de los límites establecidos en el Decreto Supremo N°146 de 1997, “Norma de Emisión de Ruidos Molestos generados por Fuentes Fijas” del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de las futuras obras y actividades del proyecto.

Específicamente, este estudio acústico permite evaluar los Niveles Equivalentes (Leq), Niveles Máximos (Lmax) y Niveles Mínimos (Lmin) en puntos y momentos sensibles del área de influencia, definidos por la superficie cercana al lugar donde se emplazará este proyecto.

4.2.6.2 Área de Influencia

Se analizarán los niveles de ruido en el entorno inmediato del sector de emplazamiento del proyecto, que corresponde a un área industrial. Esto permitirá determinar los niveles actuales (línea de base) en este sector.

4.2.6.3 Actuales Fuentes Generadoras de Ruido

El análisis de la situación actual, en relación a las fuentes generadoras de ruido mostró la siguiente situación:

- a) Ruido ambiente influenciado por las Unidades de la Central Térmica Mejillones (CTM) de propiedad de la empresa EDELNOR S.A. Al momento de realizar las mediciones se encontraban en funcionamiento las Unidades 2 y 3 con cargas de 85 y 220 MW respectivamente.
- b) Ruido de la Planta Molicop, hacia el NE de la CTM. Esta Planta opera principalmente de día.
- c) Menor influencia del ruido producido por el paso de vehículos en el camino del costado Mar.
- d) Ruido de la S/E Chacaya y el tendido de alta tensión por el costado Cerro.

4.2.6.4 Normativa Vigente

La normativa chilena vigente para la caracterización de Línea de Base es el D.S. N°146/97 del MINSEGPRES. Esta norma, con carácter de ley, regula los niveles máximos permitidos de ruido generado por fuentes fijas en las zonas urbanas y rurales. Cada zona contempla un límite de ruido distinto, de acuerdo al uso de suelo permitido por los instrumentos de planificación territorial, y los valores se presentan a continuación, en la Tabla RU-1:

Tabla RU-1
Niveles Máximos Permisibles según D.S. N° 146/97

Tipificación Zona	Leq en dB(A) lento	
	7 a 21 horas (DIURNO)	21 a 7 horas (NOCTURNO)
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70
Zona Rural	Ruido de Fondo + 10 dB	

El sector en donde se ubicará el proyecto y los lugares aledaños a este, se encuentran en una **Zona Industrial Exclusiva**. De acuerdo a esto, el sector se debe clasificar como **Zona IV**, según lo establecido en el D.S. N° 146/97, Capítulo V – Sobre el Procedimiento de Medición.

4.2.6.5 Metodología

Con el fin de establecer una base adecuada para la caracterización de Línea de Base, se seleccionaron un total de 10 puntos de medición, distribuidos en el perímetro del predio. La elección de la distribución de puntos se debe a la lejanía de sectores sensibles (poblados establecidos) y además, de esta forma, se asegura la evaluación en el caso más desfavorable en relación con las emisiones acústicas de la actividad, debido a una mayor cercanía a las fuentes de ruido. Este análisis incluyó el funcionamiento de las

Unidades 2 y 3, ya que actualmente forman parte del ambiente acústico del sector y, más importante aún, se podrá realizar una predicción de niveles de la operación del proyecto, considerando la peor condición de funcionamiento con las Unidades 2 y 3 más las Unidades CTA1 y CTA2 proyectadas (Ver Capítulos de Descripción de Proyectos e Identificación y Evaluación de Impactos).

Finalmente, y de acuerdo a todo lo anterior, si se determina que en los puntos perimetrales se cumplen los límites máximos permitidos según el D.S. N° 146/97 para todas las etapas del proyecto, se estaría garantizando que no existe impacto acústico en cualquier punto cercano a la actual central.

No se pudo determinar las horas más sensibles para cada tramo, es decir de menor ruido de fondo, ya que la actividad observada en terreno no tiene asociado un ciclo diario definido y además está caracterizada principalmente por fuentes de ruido estable.

La Figura RU-1 muestra un plano de ubicación de los puntos dentro del predio de la actual CTM. La Tabla RU-2 entrega detalles sobre la ubicación de cada uno de los puntos y la Fotografías RU-1 a RU-10 muestran un detalle de la ubicación de los puntos de medición.

Tabla RU-2
Descripción de la ubicación de los puntos de medición y coordenadas UTM

Punto	Descripción (Fuente de Ruido - Ubicación)	[m]				[m]	
		Dist. a U1 y U2	Dist. a U3	Dist. a Molicop	Dist. a Camino	UTM N	UTM E
1	Torres Alta Tensión – Lado Cerro	645	520	516	492	7.445.893	356.055
2	Molicop - Esquina Este	861	742	295	426	7.446.105	356.274
3	Molicop - Lado Chacaya	824	715	168	273	7.446.238	356.201
4	Molicop - Esquina Norte	816	729	159	36	7.446.432	356.096
5	Camino - Lado Mar	605	528	365	15	7.446.347	355.860
6	Camino - Lado Mar	307	260	657	38	7.446.187	355.600
7	Acceso CTM - Lado Mar	153	219	890	11	7.446.064	355.404
8	Cancha Carbón - Lado Mar	213	338	1107	21	7.445.985	355.196
9	Esquina Sur S/E Chacaya - Lado Cerro	332	336	1125	445	7.445.600	355.424
10	Esquina Este S/E Chacaya - Lado Cerro	393	274	753	453	7.445.784	355.772

Foto RU-1
Punto de medición N° 1



Foto RU-2
Punto de medición N° 2



Foto RU-3
Punto de medición N° 3



Foto RU-4
Punto de medición N° 4



Foto RU-5
Punto de medición N° 5



Foto RU-6
Punto de medición N° 6



Foto RU-7
Punto de medición N° 7



Foto RU-8
Punto de medición N° 8



Foto RU-9
Punto de medición N° 9



Foto RU-10
Punto de medición N° 10



4.2.6.6 Mediciones

La campaña de mediciones se realizó entre los días lunes 9 y 10 de noviembre de 2005. Esta campaña de medición considera mediciones en los 10 puntos señalados en el numeral anterior, en horario diurno y nocturno.

El procedimiento de medición se basa en el descriptor Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Leq , registrado durante un intervalo de tiempo entre 10 a 25 minutos, el que determina el nivel de ruido existente en cada punto de medición, es decir el Nivel de Ruido de Fondo o Ambiental. Para esto, se utilizó la metodología de medición según lo establecido en el Capítulo 5.3.3 del D.S. N° 146/97. Para tal efecto, se consideró como criterio de estabilización de la medición, el hecho que dos lecturas sucesivas de Leq del sonómetro (cada 5min) muestren una diferencia menor a 2 dBA. En cada medición se registró Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Leq , el Nivel de Presión Sonora Máximo L_{max} , y el Nivel de Presión Sonora Mínimo L_{min} .

El sonómetro se calibró antes de cada medición a 114 dB para 1 kHz. Se utilizó la ponderación de frecuencias A y la velocidad de respuesta lenta en cada caso. Todas las mediciones se realizaron a 1,5 m del suelo y 3 o más metros de distancia de cualquier objeto reflectante, respetando las recomendaciones del D.S. N° 146/97. Para cada medición se dispuso de un Ingeniero Acústico a cargo de operar el equipo y a un acompañante.

El instrumental utilizado fue un Sonómetro Integrador Delta Ohm, modelo HD2010, Clase 2, n° serie 05061530399, un Calibrador Delta Ohm, modelo HD9101, Clase 1, n° serie 03029895, y un Software de conexión Delta Log 5 para descarga y análisis de datos desde el sonómetro.

4.2.6.7 Resultados

En los puntos de muestreo se obtuvieron los Niveles de Presión Sonora Equivalentes Leq , los Niveles de Presión Sonora Máximos $L_{máx}$ y los Niveles de Presión Sonora Mínimos $L_{mín}$. Los niveles obtenidos correspondientes a cada punto de medición se muestran en las Tabla RU-3 (diurno) y RU-4 (nocturno).

Tabla RU-3
Resultados de los niveles basales en horario diurno

Punto	Leq 5'	Leq	Lmax	Lmin	Hora	Fecha
1	53,2	53,0	58,3	49,8	9:06	10/11/2005
2	58,3	58,7	70,1	53,2	9:09	10/11/2005
3	64,1	64,4	78,4	58,8	9:23	10/11/2005
4	63,2	63,3	82,2	57,2	9:30	10/11/2005
5	62,3	61,9	78,0	50,0	9:51	10/11/2005
6	57,7	58,1	69,2	55,3	11:00	10/11/2005
7	63,7	63,1	72,0	61,3	10:12	10/11/2005
8	60,5	60,1	68,2	55,3	10:36	10/11/2005
9	64,3	64,9	81,6	52,4	10:44	10/11/2005
10	53,9	54,4	61,0	52,5	11:05	10/11/2005

Tabla RU-4
Resultados de los niveles basales en horario nocturno

Punto	Leq 5'	Leq	Lmax	Lmin	Hora	Fecha
1	48,9	48,9	51,3	47,2	23:50	09/11/2005
2	46,4	46,3	50,6	42,9	23:51	09/11/2005
3	52,0	52,6	56,7	47,1	0:05	10/11/2005
4	55,8	55,5	63,2	53,1	0:23	10/11/2005
5	50,2	49,9	58,4	47,7	0:27	10/11/2005
6	55,5	55,8	67,9	53,4	0:45	10/11/2005
7	60,6	60,7	67,3	59,0	0:47	10/11/2005
8	54,4	54,5	63,7	53,4	1:03	10/11/2005
9	58,7	58,6	63,9	56,5	1:07	10/11/2005
10	55,1	55,1	58,2	52,2	1:22	10/11/2005

Como complemento a las Tablas RU-2 y RU-3, en las Figuras RU-2 y RU-3 muestran en forma gráfica los resultados para las mediciones tanto de día como de noche respectivamente.

Figura RU-2
Niveles basales en horario diurno

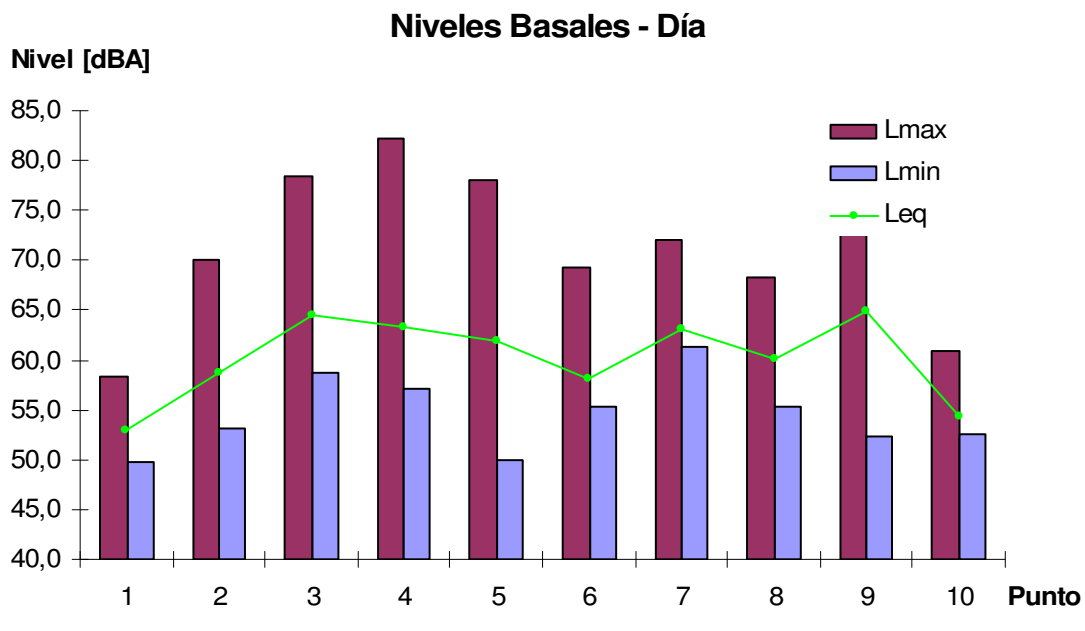
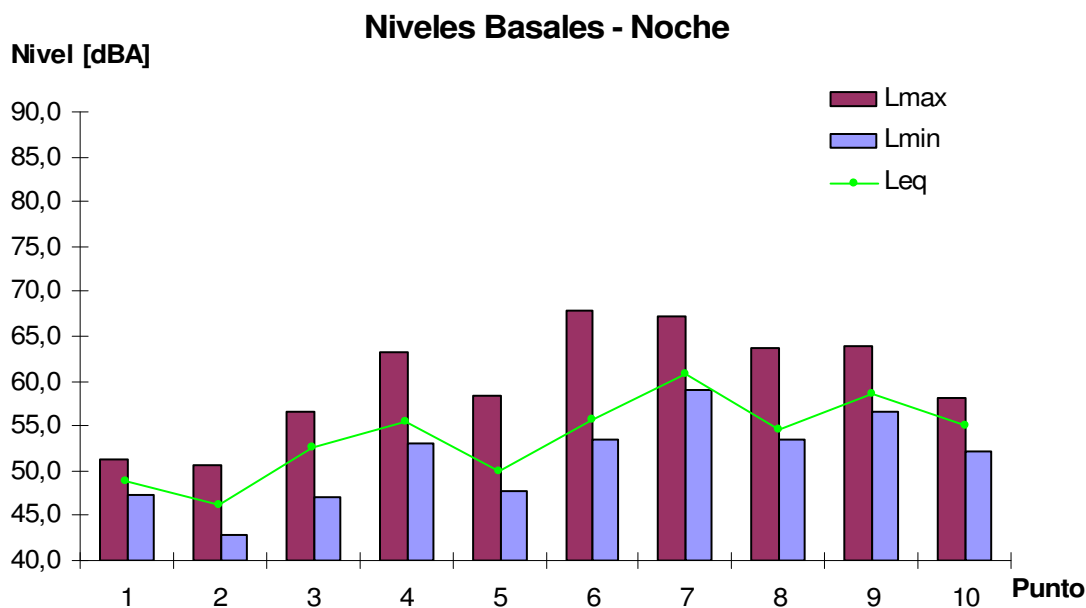


Figura RU-3
Niveles basales en horario nocturno



A partir de un análisis simple de los resultados, se aprecia que existe una influencia de la Planta MOLICOP para los puntos 3, 4 y 5, en horario diurno. El resto de los puntos están influenciados principalmente por el funcionamiento de las Unidades 2 y 3 de la CTM y por el ruido de tránsito vehicular existente.

4.2.6.8 Conclusiones

De lo señalado en los párrafos anteriores se desprende lo siguiente:

Se estableció una Línea Base representativa del entorno estudiado, mediante 10 puntos ubicados en el entorno del área del proyecto.

Según el Uso de Suelo permitido por el Plan Regulador de la Comuna de Mejillones, se estableció como zona IV para todos los puntos de medición, de acuerdo al D.S. N° 146/97.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los niveles actuales de inmisión son menores a 70 dB(A), dBA tanto de día como de noche, por lo que actualmente se cumple con el límite máximo permitido por el D.S. N° 146/97.

4.3 MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO TERRESTRE

4.3.1 Introducción

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), estas condiciones determinan características poco propicias para el establecimiento de formas de vida, lo que permite la existencia de flora y fauna muy características del área.

Geomorfológicamente se pueden destacar tres unidades, claramente diferenciadas entre sí.

La primera corresponde a una terraza marina muy amplia, relativamente nueva. La segunda al farellón costero arenoso inactivo de no más de 30 m de altura, el cual se habría formado por la acción abrasiva del mar, encontrándose algo desplazado hacia el interior debido al levantamiento de la placa costera. La tercera unidad geomorfológica la constituye la planicie litoral, la cual presenta elementos de arrastre del interior y elementos marinos depositados durante el proceso de regresión marina.

4.3.2 Recursos Vegetacionales y Florísticos

4.3.2.1 Antecedentes Generales

Los ecosistemas xeromórficos se encuentran condicionados fundamentalmente por la sequedad del ambiente, en ellos se distinguen diferentes eco-regiones, 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 26° latitud sur (Esmeralda, al sur de Taltal), 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 y según Simonetti y Montenegro (1996), la zona desértica se extiende desde el extremo norte de Chile hasta Chañaral, y desde los abruptos acantilados costeros hasta las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes.

La marcada aridez, producto de un fuerte déficit hídrico, determinado por precipitaciones prácticamente nulas, ha modelado la fisonomía de la vegetación en formas características, de modo tal que sólo ciertos grupos, a veces muy especializadas como los arbustos caméfitos, generalmente deciduas de verano, cactáceas y hierbas anuales de actividad invernal, se desarrollan satisfactoriamente. En todo caso, en algunas áreas, la ausencia de actividad biológica es completa. Estas condiciones orográficas, en conjunto con las rigurosas condiciones climáticas imposibilitan el desarrollo de la vegetación, excepto en años climáticamente anormales, de acuerdo con Quintanilla (1983) esta situación ecológica corresponde a la Eco-región del Desierto Litoral.

Debido a la influencia marina, en la zona costera la amplitud térmica no es muy marcada, además del aporte hídrico proveniente de las neblinas costeras (camanchacas), lo que determina el establecimiento, en determinados sectores, de algunas comunidades vegetales.

Entre la desembocadura del río Loa y Antofagasta, la vegetación presenta una distribución geográfica continua, la cual se encuentra fuertemente asociada a una topografía particular, presentándose esta actualmente muy degradada, sin que se pueda precisar la tasa de este proceso de degradación.

Según Gajardo (1994), el proyecto, se encuentra en la región ecológica del Desierto, sub-región del Desierto Costero.

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, desde la I Región hasta el norte de la IV Región. 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.

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).

La presencia de comunidades vegetales dentro de esta formación, se encuentra 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*).

4.3.2.2 Área de influencia

El área de influencia para este componente del medio ambiente se circunscribe al Área Industrial de la comuna de Mejillones y a la zona de influencia de las emisiones de gases producto de la operación del proyecto.

4.3.2.3 Resultados

Los antecedentes que se presentan a continuación corresponden a información de terreno, estudio desarrollado por Edelnor S.A. para el EIA “Uso de un combustible alternativo en las Unidades 1 y 2 de la Central Térmica Mejillones”.

El área en estudio puede ser dividida en dos áreas bien definidas. La primera corresponde a la planicie costera, que se caracteriza por la ausencia casi absoluta de vegetación, entre los 0 a 150 m.s.n.m. La otra, corresponde a la cara occidental de los cerros costeros, en donde se encuentra la formación vegetal Desierto Costero de Tocopilla (Gajardo, 1994), la que presenta 4 variaciones definidas por la composición y especies dominantes. Esta caracterizada por la presencia y dominancia de las especies de los géneros *Eulychnia* (*E. iquiquensis*) y *Copiapoa* (*C. solari*), acompañada en muy baja densidad por las especies *Nolana* spp, *Senna brogniartii*, *Ephedra chilensis*, *Lycopersicon chilense* y *Lychon chañar*. La altura de estos sectores varía de los 150 a 1.200 m.s.n.m, altura, desde la cual, desaparece la vegetación.

En términos de área de influencia, se puede mencionar que el 73,3 % del total corresponde a zonas descubiertas, 17,8 desierto muy ralo y sólo el 8,9 % corresponde a desierto costero ralo.

Tabla VE-1
Participación Porcentual de las Variaciones de la Formación Vegetal en el Área de Influencia del Proyecto

FORMACION VEGETAL	PARTICIPACION DE LA FORMACIÓN EN TÉRMINOS DE SUPERFICIE (%)
	RESPECTO A LA FORMACION
Desierto costero muy ralo	17,8
Desierto costero ralo	8,9
Zona descubierta	73,3

La distribución de estas formaciones, en el área de influencia del proyecto se presenta en la Figura DP-2 del capítulo 1 de este EIA.

De acuerdo a la prospección de terreno, se identificó 7 especies de flora, correspondientes en un 86 % a especies endémicas. De estas un 29 % corresponden a suculentas y el resto a arbustos y subarbustos. La presencia de estos arbustos es más bien baja y en quebradas, encontrando como especies más abundantes, dentro de las acompañantes, a *Lycopersicon chilense* y *Senna brogniartii*. Con relación a las especies dominantes, correspondiente en su totalidad a los generos *Eulychnia* (*Eulychnia iquiquensis*) y *Copiapoa* (*Copiapoa solari*), su gran mayoría se encuentran en un estado sanitario muy deficiente. Esto es especialmente evidente para los individuos del géneros *Eulychnia*, los que en su totalidad están muertos.

4.3.3 Fauna

A continuación, se presentan los antecedentes generales y resultados sobre la fauna asociada al área de influencia del proyecto. Al igual que en el caso de los recursos vegetacionales y florísticos, la recopilación y análisis de la información bibliográfica cubrió un área más extensa que el sitio que utilizará el proyecto para sus distintas etapas de desarrollo.

4.3.3.1 Antecedentes Generales

El escaso régimen de precipitaciones determina una extrema escasez de la vegetación, tal como se indicó en el punto anterior, del cual depende en gran medida el asentamiento de fauna terrestre. Es así como en la franja costera del norte de Chile conviven especies de aves, mamíferos y reptiles, asociadas a un reducido número de comunidades vegetales y flora que las componen, todas las cuales aprovechan las mejores condiciones tanto climáticas como alimenticias del sector, condiciones dadas, por un lado, por la menor oscilación térmica y las temperaturas moderadas como consecuencia de la influencia del mar, y por otro lado, la abundancia de los recursos alimenticios que provee la corriente fría de Humboldt.

El medio marino se caracteriza por las bajas temperaturas del agua, ricas en oxígeno y expuestas a una intensa radiación solar, estas poseen 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, 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 (incluido dentro de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad), presentando la mayor diversidad del tramo costero comprendido entre Arica y Chañaral (1.300 Km.).

4.3.3.2 Área de influencia

El área de influencia para este componente del medio ambiente se circunscribe al Área Industrial de la comuna de Mejillones y a la zona de influencia de las emisiones de gases producto de la operación del proyecto.

4.3.3.3 Riqueza faunística

Se efectuó una revisión bibliográfica con las potenciales especies de fauna que sería posible encontrar en la región, de acuerdo con Araya B. y G. Millie, 1995; Campos, H., 1995; Quintanilla, E., 1992; Rottmann J. y Lopez-Callejas, 1992; Veloso, J. y A. Navarro, 1988; Miller S. y J. Rottmann, 1975, y de los numerosos estudios específicos de línea base, realizados en el área de interés, los que incluyen una campaña de terreno realizada en diciembre de 1997 con motivo del EIA de la Unidad 3 de Edelnor S.A.

Durante dicha campaña se realizó observación de las distintas especies de vertebrados terrestres, para su detección a través de evidencias directas e indirectas

Asimismo, para la detección de aves se empleó la observación directa de ejemplares, así como la escucha de cantos y/o gritos y la detección de nidos, huevos y egagrópilas. Para los mamíferos se empleó la observación visual, así como la detección de huellas, fecas, madrigueras y pelos. Los reptiles fueron prospectados mediante la observación directa de ejemplares.

Para las distintas especies de vertebrados terrestres detectadas se efectuó una caracterización que abarcó aspectos relacionados con su taxonomía y distribución, así como su estado de conservación.

En cuanto a la distribución de las distintas especies observadas, fueron definidos diferentes ambientes para la fauna, principalmente de acuerdo con la topografía observada, la cercanía a la franja costera y la antropización del medio.

Con el fin de determinar el estado de conservación de las distintas especies, tanto a nivel nacional como regional, se recurrió a la Ley de Caza N° 19.473 (DEPROREN, 1998) y en el caso de algunas especies consideradas recursos hidrobiológicos al Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993). En dichas publicaciones figuran las siguientes categorías:

En Peligro: Taxa en peligro de extinción cuya sobrevivencia es poco probable si los factores causales de amenaza continúan operando.

Vulnerable: Taxa de los cuales se cree que pasarán en un futuro cercano a la categoría de En Peligro si los factores causales de amenaza continúan operando.

Rara: Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.

Fuera de Peligro: Taxa que anteriormente estuvo incluida en alguna de las categorías anteriores, pero que en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a que la amenaza que existía ha sido eliminada.

Inadecuadamente conocida: Taxa que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores pero respecto de las cuales no se tiene certeza por falta de información.

a) Antecedentes Generales

El escaso régimen de precipitaciones determina una extrema escasez de la vegetación, de la cual depende en gran medida el asentamiento de fauna terrestre.

Es así como en la franja costera conviven especies de aves, mamíferos y reptiles, asociadas a un reducido número de comunidades vegetales. Todas estas comunidades, tanto vegetales como animales aprovechan las mejores condiciones climáticas, las que están dadas por la menor oscilación térmica y las temperaturas moderadas como consecuencia de la influencia del mar. La fauna, por su parte, aprovecha la gran

productividad asociada a los ambientes marinos, que en este caso implican abundancia de recursos alimenticios que provee la corriente fría de Humboldt.

El medio marino se caracteriza por las bajas temperaturas del agua, ricas en oxígeno y expuestas a una intensa radiación solar, estas poseen abundante plancton, del cual dependen, directa o indirectamente, densas comunidades de peces, aves y mamíferos marinos. La condición de bajas temperaturas del agua de mar cambia sustancialmente con la aparición del fenómeno del Niño.

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, 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 de dos pelos, 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, y que es un área de alimentación para la gaviota garuma (*Larus modestus*) y mamíferos marinos.

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), en la zona sería posible encontrar a lo menos 86 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 70 especies corresponden a aves, 8 especies corresponden a mamíferos y 8 especies corresponden a reptiles.

Estas especies se encontrarían en distintas épocas del año y ocupando diversos ambientes, incluidos los costeros, las quebradas con vegetación y cursos temporales de agua, y aquellos sectores más alejados del interior. Entre estas figuran el huairavo (*Nycticorax nycticorax*), la garza azul (*Egretta caerulea*), el churrete costero (*Cinclodes nigrofumosus*), el minero chico (*Geositta maritima*), la tórtola (*Zenaida auriculata*), el gallinazo (*Cathartes aura*), el aguilucho (*Buteo polyosoma*), el cernícalo (*Falco sparverius*), el águila pescadora (*Pandion haliaethus*), el geko (*Phyllodactylus gerrhopygus*), el corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*), el piuchén (*Desmodus rotundus*), la yaca (*Thylamys elegans*) y el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*).

Además de las especies terrestres propiamente tal, dentro de este grupo se incluyen las aves marinas de los órdenes Pelecaniformes (cormoranes, pelícanos y piqueros) y Charadriiformes (gaviotas, pilpilenes, chorlos y playeros), además Mustélidos como las nutrias. Estas especies se asocian directamente con la zona litoral costera, donde encuentran refugio y alimento.

Ejemplos de los grupos anteriormente nombrados son aves como el pelícano (*Pelecanus thagus*), el yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), el gaviotín monja (*Larosterna inca*), el piquero de patas azules (*Sula nebouxii*), la gaviota peruana (*Larus belcheri*), la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), la garuma (*Larus modestus*), el gaviotín chico (*Sterna lorata*), el pilpilén negro (*Haematopus ater*), el chorlo de las rompientes (*Aphriza virgata*), el zarapito (*Numenius phaeopus*) y el playero vuelvepiedras (*Arenaria interpres*), además de mamíferos el chungungo (*Lontra felina*).

De estas especies, y según la Ley de Caza N° 19.473 del Ministerio de Agricultura (DEPROREN, 1998), 19 se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación.

Como especies En Peligro para la zona norte figuran 2 especies de aves, las que corresponden al gaviotín chico (*Sterna lorata*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Como especies Vulnerables para la zona norte figuran entre las aves la gaviota garuma (*Larus modestus*), la gaviota andina (*Larus serranus*), el guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), el gaviotín monja (*Larosterna inca*), el cóndor (*Vultur gryphus*) y el águila pescadora (*Pandion haliaethus*). Por su parte, la iguana (*Calloptis palluma*) y la salamanqueja del norte chico (*Homonota gaudichaudii*) son especies también Vulnerables.

Dos especies de mamíferos consideradas Raras para la zona norte son la yaca (*Thylamys elegans*) y el piuchén (*Desmodus rotundus*) y, entre los reptiles, la lagartija *Liolaemus hellmichii* también.

Finalmente, como especies Inadecuadamente conocidas para la zona norte figuran mamíferos como el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), y aves como el piquero (*Sula variegata*) y el lile (*Phalacrocorax gaimardi*). Entre los reptiles, el lagarto de Reiche (*Phrynosaura reichei*), el corredor de Tarapacá (*Microlophus tarapacensis*) y el corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*) son considerados especies Inadecuadamente conocida para la zona.

Algunas especies potenciales figuran para el Departamento de Protección de los Recursos Renovables como recursos hidrobiológicos, y por ello se acogen a la Ley N°18.892 de Pesca y Acuicultura. Entre ellas figuran dos especies últimamente consideradas en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres (Glade, 1993) como En Peligro para la región y Vulnerables a nivel nacional. Dichas especies corresponden al chungungo (*Lontra felina*), y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*).

Dado que el gaviotín chico se trata de una especie en estado de conservación, a continuación se señalan antecedentes generales de la especie.

El gaviotín chico se asocia a las costas entre el sur de Ecuador y Antofagasta en Chile. Se alimenta principalmente de pequeños peces como la anchoveta (*Engraulis ringens*) incluyendo en su dieta aproximadamente un 10% de krill (*Euphausia*). Nidifica de forma semicolonial o en solitario, en planicies litorales hasta 1.000 metros tierra adentro, entre octubre y enero, con una máxima actividad reproductiva en noviembre. La postura consta de uno o dos huevos, los que incuban durante 22 a 23 días, estimándose una elevada pérdida de huevos durante el período de incubación. Durante los años con El Niño pueden no reproducirse. No se le conocen movimientos pero retornan a sus áreas de

nidificación a mediados de octubre. Su población más numerosa se encontraría en el Perú, estimándose en no más de 5.000 parejas. Sus predadores naturales serían zorros (*Pseudalopex*) y halcones peregrinos (del Hoyo et al., 1996).

En Chile es una especie residente, no conociéndose con certeza el estado de su población. Históricamente se describe su reproducción en las costas de Arica e Iquique (Goodall et al., 1951), sin embargo actualmente sólo se conoce nidificación en las costas al noreste de la Bahía de Mejillones y en La Rinconada, al norte de Antofagasta (González, 1990; Rottmann y González, 1991), además de una posible colonia no confirmada en Hornitos (Geotécnica, 1996). Según los resultados obtenidos durante un monitoreo realizado en 1996 (Geotécnica, 1996), la colonia de Mejillones se ubicaría ocupando una faja costera desde unos 3 km al noreste de los estanques de Interacid, hasta unos 500 a 1.000 m al sur de Punta Chacaya.

La colonia, que estaría conformada por 40 a 50 parejas, no se distribuye en forma homogénea, concentrando su actividad de nidificación en sectores de lomajes suaves con sustrato pedregoso fino (Geotécnica, 1996).

La colonia de Mejillones está amenazada por la perturbación humana, evidenciada por numerosas huellas de vehículos y demarcaciones en el área. Cabe consignar también que el sector delimitado por Geotécnica (1996) como área de nidificación del gaviotín chico quedó comprendida completamente dentro del área Portuaria del Plan Regulador aprobado ambientalmente por COREMA II Región (1999).

b) Riqueza

Durante la campaña de terreno (1997) sólo fue posible detectar la presencia de 21 especies de vertebrados terrestres (24,4% del total de especies potenciales), de las cuales 19 correspondieron a aves (90,5% del total de especies detectadas) y 2 correspondieron a reptiles (9,5% del total de especies detectadas).

Entre las aves, el orden Charadriiformes resultó ser el mejor representado, con 9 especies detectadas, seguido de los órdenes Pelecaniformes y Passeriformes, con 4 y 3 especies registradas, respectivamente. Los órdenes Columbiformes y Falconiformes resultaron ser aquellos con una menor riqueza, con sólo una especie observada dentro del área de influencia.

La familia de aves con una mayor representación correspondió a Laridae, con 4 especies, seguida de las familias Phalacrocoracidae, Haematopodidae, Scolopacidae, y Furnariidae, todas representadas por 2 especies. Las familias Pelecanidae, Sulidae, Cathartidae, Accipitridae, Charadriidae, Columbidae y Passeridae resultaron ser monoespecíficas dentro del área en estudio.

Por su parte, los reptiles detectados dentro del área en estudio pertenecieron al orden Squamata y a la familia Tropicuridae.

c) Distribución

De acuerdo a lo observado en terreno, los ambientes definidos para la fauna corresponden a los siguientes:

- Franja costera

Este ambiente corresponde a toda la franja costera ubicada al sur y al norte del sector de emplazamiento de la Central. Abarca una distancia aproximada de 10 km hacia cada extremo, incluyendo el litoral rocoso y arenoso, hasta una distancia hacia el interior de aproximadamente de 20 m, desde el límite de la alta marea, además de caletas de pescadores del sector de Mejillones.

En este ambiente fue posible detectar la presencia de 16 especies de vertebrados terrestres, entre las cuales figuran pelícano, yeco, guanay y piquero, así como gaviota dominicana, gaviota peruana, garuma y gaviotín monja. Estas especies se detectaron tanto en el interior del mar en busca de peces que constituyen su alimento, como en actitud de reposo en el litoral rocoso y arenoso. También se observó chorlo de las rompientes, pilpilén negro, playero vuelvepiedras, churrete costero y corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*), especies asociadas a sectores rocosos.

El pilpilén común (*Haematopus palliatus*) se observó en playas arenosas. Otra especie detectada en este ambiente fue el gallinazo, que ocupa todos los ambientes definidos en la presente línea base.

- Desierto absoluto

Corresponde al área ubicada entre al ambiente franja costera y las cotas máximas de la Cordillera de la Costa, incluye también los primeros lomajes de ésta. Este ambiente involucra las planicies, laderas y quebradas de exposición oeste.

En este ambiente fue posible detectar sólo la presencia de 4 especies de vertebrados terrestres, correspondiendo a gallinazo, aguilucho, minero chico y corredor de Tarapacá (*Microlophus tarapacensis*).

d) Estado de Conservación

Del total de especies detectadas, sólo 6 de las registradas se encuentran en alguna de las categorías de conservación del Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993).

Estas especies corresponden al guanay, a la garuma y al gaviotín monja, que figuran como Vulnerables; y al piquero, el corredor de cuatro bandas y el corredor de Tarapacá, que son considerados como Inadecuadamente conocidos para la zona norte.

4.3.3.4 Conclusiones

La zona comprendida por la península de Mejillones corresponde a una región biogeográfica de tipo desértica, con una variada fauna, la que se ve enriquecida en el sector litoral o costero, respecto del interior.

La fauna de vertebrados terrestres estaría representada potencialmente por aproximadamente 86 especies, de las cuales las aves constituyen el grupo más numeroso con 70 especies. Los mamíferos y reptiles se encontrarían a la vez representados por 8 especies cada uno.

Del total de especies potenciales (86), 21 se encontrarían en alguna de las categorías de conservación. Durante la campaña de terreno (1997) fue posible detectar sólo 20 especies de vertebrados terrestres, 18 de las cuales corresponden a aves y 2 a reptiles. Del total de especies, 4 aves y 2 reptiles se encuentran en alguna de las categorías de conservación, 3 de ellas clasificadas como Vulnerables y tres Inadecuadamente conocidas.

Al respecto, es importante considerar que el gaviotín chico (*Sterna lorata*), es una especie clasificada En Peligro por la Ley de Caza N° 149.473 del Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables (DEPROREN, 1998), de la cual se ha observado una colonia de nidificación al interior de la península de Mejillones.

Sin embargo, teniendo en cuenta la información pública producto del Programa de Monitoreo Anual a la especie, realizado por Compañía Portuaria Mejillones S.A. se puede señalar que los registros obtenidos hasta ahora, permiten reafirmar que la reproducción continúa siendo exitosa en esta colonia, con un importante número de crías que alcanzaron la edad de volantón y amplían su importancia, ya que el número de parejas que se reproduciría podría ser aún mayor, y el área de la colonia sería más extensa que lo estimado por Vilina (1998, 2002, 2003). Lo anterior, en conjunto con los registros obtenidos por los investigadores al norte del balneario de Hornitos, permite establecer que esta área del norte del país (Meseta de Mejillones, Meseta de Hornitos y Punta Yayas) albergaría la mayor concentración de aves reproductivas de esta especie en todo el rango de su distribución. Por otra parte el uso continuo de la zona de nidificación cercana a una instalación portuaria, indicaría que este tipo de instalaciones no es un factor antrópico de relevancia para la especie, situación que se ve refirmada con lo nidos encontrados durante el 2003 en las cercanías de Interacid.

4.3.3.5 Estado de Conservación

La información bibliográfica menciona la presencia en el área de la Bahía de Mejillones de especies calificadas como En Peligro de Extinción, ya sea a nivel regional y/o nacional.

En esta situación se encuentra el chungungo o nutria de mar, el cual se califica En Peligro a nivel regional. Esta especie ocupa principalmente las costas rocosas y aguas adyacentes, desarrollando casi toda su actividad de alimentación, descanso y reproducción en este tipo de ambiente. Su presencia en el área de entorno debería ser considerada como ocasional.

El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), calificado al igual que el chungungo como En Peligro a nivel regional, puede ocupar la costa como zona de alimentación, dentro de un gran rango marino de ocupación con fines de alimentación.

En el Libro Rojo se cita la subespecie de halcón peregrino *Falco peregrinus tundrius*. Este halcón ocupa como áreas de caza el ambiente de costa, adentrándose en el mar tras de sus presas.

El gaviotín chico (*Sterna lorata*), también es una especie calificada como En Peligro a nivel regional y nacional. Rottmann y López-Calléjas (1992) califican al gaviotín chico, entre las diez especies de aves con mayores problemas de conservación en Chile, considerando, además de su escaso número, que sus colonias no se encuentran protegidas por el SNASPE, que tiene un reducido rango de distribución, y que presenta problemas por depredadores introducidos, aumento de predadores naturales y diversos disturbios en las áreas de nidificación.

4.3.3.6 Conclusiones

La caracterización de la biota terrestre señala que el área de emplazamiento del proyecto se ubica en una zona desértica (ZD) con vegetación eventual. Cabe destacar que el proyecto se ubicará en la zona industrial ubicada al norte de la zona poblada de la comuna de Mejillones, por lo tanto la presencia de vegetación está determinada exclusivamente por las especies que han sido introducidas y mantenidas por las distintas empresas instaladas en la zona.

En cuanto a la fauna presente en el área de influencia del proyecto, podemos señalar que la caracterización de este componente ambiental señala que no existen elementos singulares o particulares. Las especies descritas habitan en algunos casos toda la extensión de la Bahía de Mejillones (chungungo o nutria de mar) y en otras zonas biogeográficas más amplias (gaviotín chico).

4.4 MEDIO AMBIENTE MARINO

4.4.1 Introducción

En el presente acápite se presenta la información oceanográfica, meteorológica (que permite entender y analizar la data oceanográfica), calidad del agua y sedimentos y de comunidades presentes en el área de estudio.

La información que a continuación se detalla, fue recopilada de dos formas. La primera corresponde a aquella extraída desde informes públicos (generados a partir de los programas de monitoreo que ha desarrollado la empresa EDELNOR S.A., en la Bahía de Mejillones) disponibles en el expediente público del proyecto. Los informes citados cuentan con valores y registros a partir del año 2000 en estaciones muy cercanas al área donde se desarrollará este proyecto. Esta información describe ciertos parámetros de calidad del agua, sedimentos y comunidades bentónicas tanto del submareal como del intermareal.

La segunda forma de recopilación de información fue a través de la implementación de una campaña de terreno. Así fue generada información oceanográfica (corrientes, mareas, dispersión, etc.), de calidad de agua, sedimentos y comunidades biológicas, específica de acuerdo a las características del proyecto.

4.4.2 Área de influencia

Dadas las características del proyecto, el área de influencia para el componente Medio Ambiente Marino será específica para cada etapa. En este sentido, para la etapa de construcción el área de influencia estará acotada a la zona donde se desarrollarán las

obras, incluyendo el sector de maniobras de las embarcaciones menores que se utilizarán para la construcción de las obras marítimas.

Para la etapa de operación el área de influencia se acota sólo al área donde se ubicará el flexible de descarga de combustible y el área esperada de dilución de la temperatura del efluente que se descargará por operación de las Unidades.

4.4.3 Antecedentes Generales

a) Antecedentes Meteorológicos

La región norte de Chile se caracteriza por presentar el clima más homogéneo del país. El factor más importante que controla el tiempo atmosférico y condiciona el clima de la región es el anticiclón subtropical del Pacífico Oriental, lo que determina escasez de lluvias, y vientos del S-SW favorables para el desarrollo de la surgencia costera.

No obstante, en Mejillones, se presenta una notable participación de los vientos del NW, especialmente en horas de la tarde, lo que se debe a un efecto orográfico local causado por la Península Mejillones. En horas de la noche y de madrugada son más importantes los flujos del Sur.

En términos generales el viento sopla con fuerza entre las 19 a 24 horas, y se debilita por la mañana.

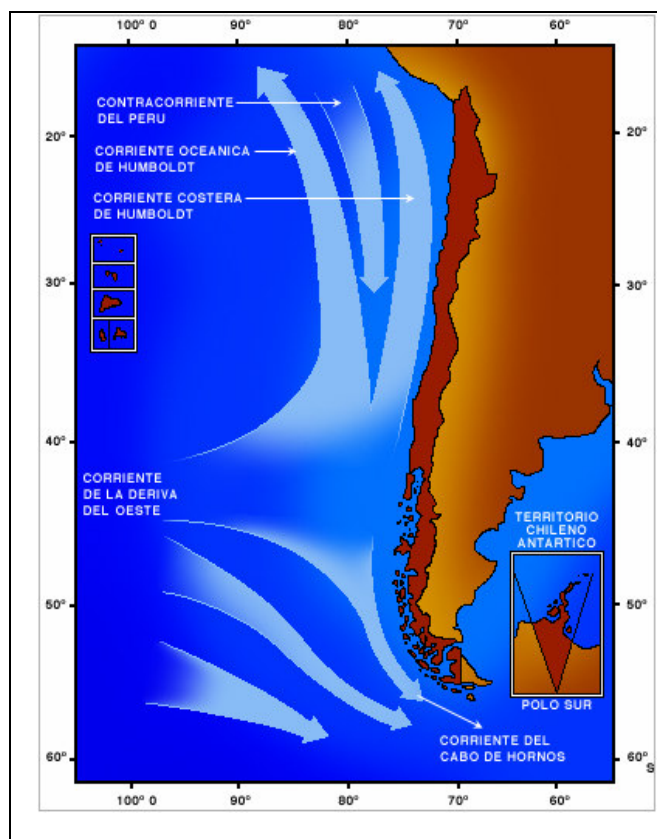
b) Régimen de Marea.

La Bahía de Mejillones presenta mareas del tipo semidiurnos mixtas de amplitud moderada. Se trata de un régimen caracterizado por dos bajas y dos altas mareas en un día lunar. El rango de marea es moderado, con un valor medio mensual de 0,8 m y un rango máximo en sicigias de 1,5 m.

c) Circulación Oceánica

La circulación superficial frente a la costa norte de Chile, forma parte del giro Anticiclónico del Pacífico Sur. Este giro oceánico está compuesto en su borde oriental por la masa costera de la corriente de Humboldt (Chile-Perú), que transporta aguas frías sub antárticas hacia el norte del país. En una posición más oceánica, se distingue la contracorriente del Perú, que transporta aguas subtropicales cálidas, hacia el Sur.

En su desplazamiento latitudinal, estas corrientes van cambiando sus características hidrográficas, ya sea por calentamiento o por enfriamiento, precipitación, evaporación, mezcla con aguas subsuperficiales de diferentes propiedades físico-químicas, o surgencia de aguas subsuperficiales.



d) Masas de agua

En la región se distinguen principalmente tres masas o cuerpos de agua marinos que se distribuyen en diferentes estratos de profundidad de la columna de agua (Cañon y Morales, 1985):

- ✓ Agua subtropical (AST)
- ✓ Agua Subantártica (ASAA)
- ✓ Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES)

La AST se localiza en el estrato superior de la columna de agua. Las AST están asociadas a condiciones de alta insolación y evaporación, propias de las áreas bajo influencia anticiclónica, y por lo tanto, se caracterizan por sus salinidades y temperaturas relativamente altas, con magnitudes superiores a 35 psu y 20 a 25°C, respectivamente. En verano, y años ENOS, el AST invade la costa del área de Mejillones y en general de toda la zona Norte.

Bajo la capa de agua superficial cálida y salina de origen subtropical, se encuentra una segunda masa de agua, ASAA, la que generalmente se ubica entre el borde de la termoclina estacional y hasta aproximadamente los 80 m de profundidad. Su temperatura fluctúa entre los 13 y 15°C, la salinidad es inferior a 34,8 psu. Por su parte, la concentración de nutrientes es baja, pero presenta niveles relativamente altos de oxígeno disuelto. Estas aguas fluyen de sur a norte, y son transportadas por la masa costera de la corriente de Humboldt. La temperatura puede aumentar en las capas más superficiales

por irradiación, durante el verano, no obstante, mantiene su temperatura a profundidades mayores a los 15 m.

Finalmente, en la capa profunda de la columna de agua, se evidencia un máximo relativo de salinidad, indicando la presencia de una masa de agua de origen ecuatorial (AESS), que es transportada de norte a sur por la corriente costera subsuperficial. Debido al largo tiempo de residencia de las aguas profundas, esta masa de agua se caracteriza por un mínimo de oxígeno disuelto, asociado a altas concentraciones de nutrientes.

e) Propiedades de la Columna de Agua en el Sector del Proyecto

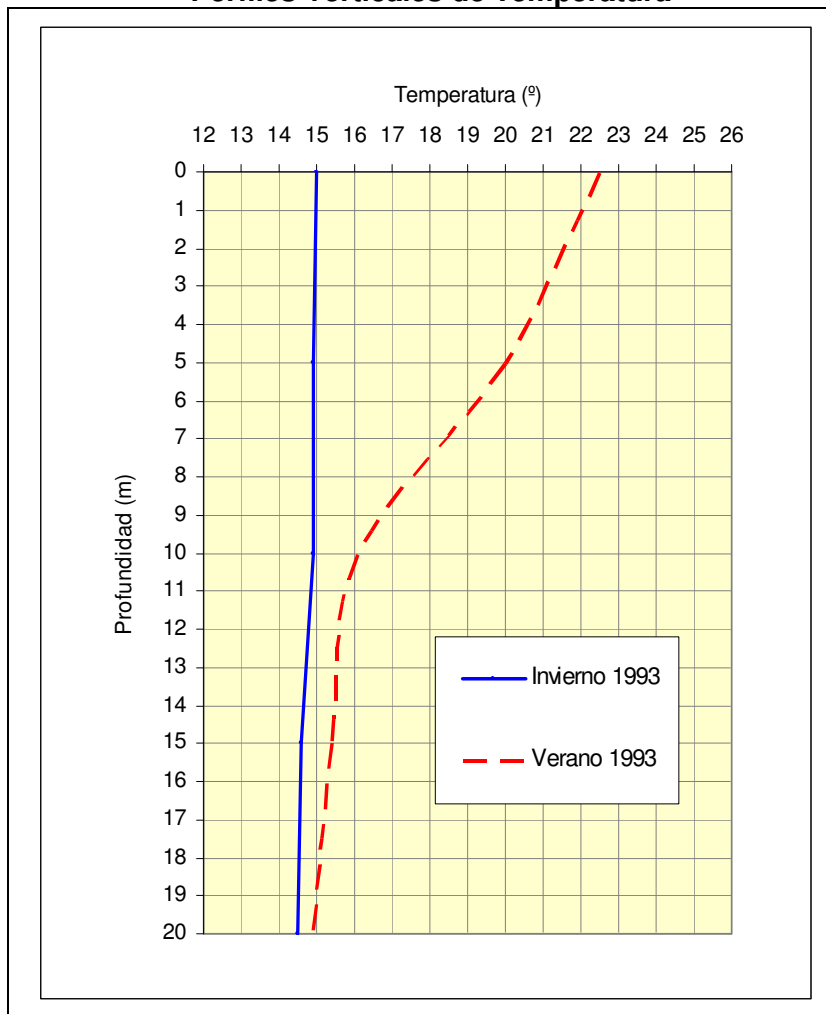
Las propiedades de la columna de agua en el sector del proyecto tienen una marcada estacionalidad con períodos bien definidos, debido a la surgencia costera y factores climáticos (radiación solar, evaporación, vientos).

En la época de invierno la temperatura de la columna de agua evidencia un patrón homogéneo.

En los meses de verano, con el aumento de la radiación solar, la temperatura superficial del océano aumenta a magnitudes del orden de 20 a 23°C, lo que permite el desarrollo de un gradiente vertical (termoclina), que estratifica la columna de agua. No obstante, debido a la surgencia costera, que es más activa en esta época del año, la columna de agua sobre la termoclina se puede homogenizar regularmente. Por debajo de la termoclina, la temperatura del agua es homogénea.

La figura siguiente presenta las condiciones hidrográficas detectadas en el área de estudio en el año 1993 para la central de la empresa EDELNOR S.A.

Perfiles Verticales de Temperatura



Fuente: Estudio Oceanográfico para Diseño Muelle Edelnor. Semar. 1993.

La figura anterior evidencia una columna homogénea en invierno, con temperaturas de 15,0°C, en superficie, y de 14,5°C a 20 metros de profundidad, en cambio, en la estación de verano se desarrolla una termoclina producto del calentamiento de la capa superior de agua. Debajo de la termoclina, las temperaturas son más homogéneas.

4.4.4 Materiales y Métodos

A continuación se describen las metodologías y métodos empleados en la descripción de los distintos elementos del medio ambiente marino, caracterizados como parte de la Línea de Base del proyecto. Las campañas fueron realizadas durante los meses de diciembre de 2005 y enero de 2006. Tal como se ha señalado esta información ha sido levantada con el objeto de describir algunos elementos específicos de interés del proyecto, pero además como un complemento a la abundante información oceanográfica existente en la Bahía.

a) Estudio de Corrientes Lagrangianas

Durante los meses de diciembre de 2005 y enero de 2006 se realizaron, en el área donde se desarrollará el proyecto, lances de derivadores en dos puntos.

Los patrones advectivos, del cuerpo de agua receptor, fueron determinados mediante el seguimiento de boyas de deriva “*tipo cruceta*”, de sección 60 cm x 90 cm, debidamente compensadas para flotabilidad neutra en superficie.

En total se realizaron 8 experiencias de derivadores en cada punto.

El control de las posiciones de cada boya de deriva fue monitoreado desde una embarcación con un sistema de posicionamiento satelital GPS. Lo anterior, permitió seguir el desplazamiento de éstas por un período de 1 a 2 horas, aproximadamente.

Con la información recolectada en terreno, se reconstruyeron las trayectorias de las boyas, estimándose la dirección y magnitud promedio de sus desplazamientos.

Para determinar posibles relaciones causa efecto entre los distintos agentes forzantes de la circulación marina, durante el desarrollo de las experiencias lagrangianas se llevó un control del viento y de la marea. El viento fue medido con un anemógrafo portátil marca Brunton, y la marea fue estimada de las Tablas de Marea del SHOA.

b) Corrientes Eulerianas

El régimen de corrientes de Mejillones se puede describir en función de los registros eulerianos medidos el año 1993 para el Proyecto de la Central Termoeléctrica de Mejillones.

Se presenta un análisis de los registros de corrientes medidas en invierno y verano de un mes de duración, información proporcionada por EDELNOR S.A. Estos datos fueron reprocesados con la finalidad de caracterizar adecuadamente el lugar.

Las bases de datos que se analizan en este estudio consideran mediciones de corrientes a dos profundidades (6 m y 13.5 m). Las mediciones fueron realizadas en un punto localizado aproximadamente a 520 m de distancia de la costa, en aguas cuya profundidad total es 15.5 metros.

c) Estudio de Corrientes Litorales

El estudio de corrientes litorales se realizó usando el trazador químico Rodamina B, el cual fue descargado en forma superficial en el borde costero del área de proyecto.

El desplazamiento final de la mancha de rodamina, fue monitoreado desde la costa. Lo anterior, permitió seguir el desplazamiento de la mancha por un período de 45 a 80 minutos, antes que la mancha visible comenzara a disiparse por disminución de la concentración bajo el umbral de visión.

Las mediciones se realizaron los días 2, 15 y 19 de enero de 2006.

d) Estudio de Dispersión con Rodamina

La capacidad de dispersión del medio ambiente acuático se evaluó mediante estudios del comportamiento y seguimiento del trazador químico Rodamina B, realizados durante los meses de diciembre de 2005 y enero de 2006. Este trazador fue elegido por ser una sustancia química, que disuelta en agua de mar, presenta un destacado color rojo fácil de identificar y seguir, y que además es de carácter no tóxico sobre la biota acuática.

Preliminarmente, se preparó una solución de 100 gramos de rodamina disuelta en 2 litros de alcohol. Esta solución fue posteriormente diluida en 20 litros de agua de mar, y descargada en forma superficial en el mar, efectuándose 10 experiencias independientes.

La forma y dirección de la mancha de rodamina, es decir, su expansión lateral y el desplazamiento de su centroide, fue monitoreado con un sistema de posicionamiento satelital GPS.

El control de las posiciones perimetrales y centro de la mancha de rodamina, se realizó con apoyo de una embarcación, y con lecturas cada 5 a 15 minutos. Lo anterior, permitió seguir el desplazamiento y expansión de la rodamina por un período de 30 a 45 minutos aproximadamente, antes que la mancha visible comenzara a disiparse por disminución de la concentración bajo el umbral de visión.

Con la información recolectada en terreno, se reconstruyeron las posiciones de la mancha de rodamina, estimándose la dirección y magnitud de su desplazamiento, superficies y coeficientes de dispersión horizontal, de acuerdo con la siguiente relación:

$$K_h = \frac{\Delta A}{\Delta t} (m^2 / s)$$

donde,

A = superficie de la mancha
t = unidad de tiempo.
Kh = coeficiente de dispersión horizontal

Estas experiencias se realizaron de manera simultánea a los estudios de corrientes lagrangianas.

e) Caracterización Físico – Químico de la columna de agua.

Tal como se ha mencionado, la información físico-química general del área de estudio ha sido extraída de las campañas de monitoreo que desarrolla la empresa EDELNOR S.A. en la Bahía de Mejillones. Específicamente se ha utilizado la información generada, para algunas estaciones, a partir de la campaña de septiembre de 2005. En esta oportunidad se midieron los parámetros físico-químicos en el mar en once estaciones, de las que se utilizarán 6 para el caso específico de este proyecto, a saber: N1, S1, A1, A2, D1 y D2, a dos niveles de profundidad (superficial y fondo; ver detalle de ubicación en Figura MA-1).

En cada estación oceanográfica se midieron las siguientes variables:

- Temperatura (°C).
- Salinidad (%)
- Oxígeno disuelto (ppm)
- Sólidos totales disueltos (ppm)
- Sólidos suspendidos (ppm)
- Aceite y grasas (ppm).
- pH.

Además, en forma específica, de acuerdo a las características del proyecto que se presenta a evaluación, se caracterizó en 8 estaciones (dos profundidades), la calidad química de la columna de agua cuantificando la concentración de Hidrocarburos Totales, Sólidos Sedimentables y Carbono Orgánico Total (disuelto + particulado).

La ubicación de cada una de estas 8 estaciones se presenta en la Tabla MA-1 y en la Figura MA-2.

Tabla MA-1
Ubicación de las estaciones de Línea de Base Marina

Estación	Coordenada (UTM)		Profundidad
	Este	Norte	
D-1	356.050	7.447.140	10
D-2	355.680	7.446.905	10.2
A-1	355.232	7.446.660	9.2
A-2	354.981	7.446.500	8.7
TSO/2	355.686	7.446.714	6.8
TS1/2	355.342	7.446.610	7.8
TS1/11	355.236	7.446.938	16.5
TS0/11	355.524	7.447.054	15

Cabe destacar que 4 (D-1, D-2, A-1, A-2) de estas 8 estaciones coinciden con la ubicación de las estaciones caracterizadas físico-químicamente, como parte de la campaña de monitoreo realizada por la empresa EDELNOR en Septiembre de 2005.

En el caso específico del Carbono Orgánico Total se utilizaron 16 microfiltros de borosilicato de 47 mm de diámetro (Advantec MFS de 0.6 μ m) previamente muflados. Estos se rotularon con las siglas de cada estación y además se especificó la profundidad (superficie o fondo). Para la filtración se utilizó una bomba manual y sistema de filtración portátil ADVANTEC. Para cada estación, y profundidad, se filtró un volumen específico de agua, cuyos valores se entregan a continuación, en Tabla MA-2.

Tabla MA-2
Volumen de agua filtrado por estación y profundidad

Estación	Volumen filtrado en (ml)	
	Superficie	Fondo
D-1	900	900
D-2	900	600
A-1	1200	600
A-2	1200	600
TSO/2	1200	600
TS1/2	900	600
TS1/11	600	900
TS0/11	600	900

* En cada caso se filtró agua hasta que el filtro se tornó lo suficientemente oscuro como para suponer que habría quedado retenido suficiente Carbono particulado.

* Todas estas muestras (tanto en agua como en filtros) se mantuvieron refrigeradas a 4°C, desde que se obtuvieron hasta que fueron entregadas en el laboratorio especializado de la Universidad de Concepción.

f) Caracterización física y química de los sedimentos

Al igual que en el caso de la calidad de la columna de agua, la caracterización granulométrica de los sedimentos para efectos de este proyecto se describe utilizando la información generada, por EDELNOR S.A. en su campaña de monitoreo de septiembre de 2005, para seis estaciones (N1, S1, A1, A2, D1 y D2) submareales y tres transectos intermareales (TI-2, TI-3 y TI-4, ver ubicación en Figura MA-1).

El análisis granulométrico de los sedimentos (análisis físico) se efectuó mediante el tamizaje de 100 gramos de sedimento en un agitador mecánico durante 15 minutos, previo secado de la muestra a temperatura ambiente y la extracción de la macrofauna presente. Las fracciones retenidas en los diferentes tamices geológicos fueron pesadas por separado en una balanza analítica de precisión 0,001 g. Los tipos sedimentarios fueron clasificados de acuerdo a la escala de Wenworth (1922) y los estadígrafos fueron calculados de acuerdo a Inmann (1952).

Para determinar el tamaño medio del grano se utilizó la siguiente relación:

$$M = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Donde ϕ_n , corresponde al tamaño de grano acumulado al n % de la escala.

Para determinar el grado de clasificación de los sedimentos se utiliza la siguiente relación:

$$\sigma = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

Para determinar el grado de asimetría en los sedimentos analizados, se promedian las 2 medidas de asimetría de Inmann, mediante la siguiente relación:

$$SK_1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2 \phi 50 + \phi 5 + \phi 95 - 2 \phi 50}{2 (\phi 84 - \phi 16) \quad 2 (\phi 95 - \phi 5)}$$

A su vez la caracterización química de los sedimentos se realizó, cuantificando la concentración de hidrocarburos Totales y el Carbono Orgánico Total en 12 puntos, fondo de cada una de las 8 estaciones submareales señaladas en la tabla MA-1 (Calidad Química de la Columna de Agua) y 4 intermareales (TI-3 y TI-4, 2 puntos en cada una de ellas; ver ubicación en Figura MA-3.

Las muestras fueron obtenidas mediante testigos (aprox 500 g), utilizando corer de PVC de 7 cm de diámetro y 50 cm de altura.

g) Cuantificación de organismos bentónicos:

La cuantificación de organismos bentónico se realizó mediante la técnica de buceo autónomo. En cada una de las 8 estaciones (D-1, D-2, A-1, A-2, TSP/2, TS1/2, TS1/11 y TSO/11) realizadas como parte de la caracterización de Línea de Base específica para este proyecto, se extrajeron todos los invertebrados que se encontraron al interior de un cuadrante de 1x1 m, el que en cada sitio fue posicionado al azar. Estas muestras fueron individualmente almacenadas en mallas, las que posteriormente fueron traspasadas a bolsas plásticas debidamente etiquetadas y congeladas para su posterior identificación y análisis en el laboratorio. En cada estación se colectaron entre 5 y 6 cuadrantes. Además, en cada uno de los dos sitios intermareales (TI3 y TI4) se muestreó en dos puntos. Debido a la baja abundancia de organismos, estos muestreos fueron cualitativos, de modo que no se realizaron comparaciones con estos datos.

La identificación taxonómica de los organismos se realizó de acuerdo al catálogo de Guzmán et al. 1998. La riqueza y diversidad específica (Shannon, H'), equidad (J') así como los análisis de agrupamiento se calcularon utilizando el programa "Biodiversity Pro" v.2. Para analizar los agrupamientos entre las distintas estaciones, se realizó un análisis de conglomerado basado en las densidades estandarizadas a porcentaje. Los datos fueron transformados mediante raíz cuarta para luego estimar la similitud de Bray-Curtis. Esta matriz se graficó como dendrogramas utilizando el método UPGMA. De igual forma se realizó el mismo análisis, pero en función de las estaciones, para agrupar las especies con mayor similitud en cuanto a su densidad y presencia en los distintos sitios. Para los análisis de agrupamientos no se consideraron las especies que representaban menos del 1% del total de los organismos.

4.4.5 Resultados

a) Estudio de Corrientes Lagrangianas

Las velocidades de las corrientes de la capa superficial de agua, de las 11 experiencias desarrolladas durante la campaña de terreno, fluctuaron entre 4,1 cm/s y 12,5 cm/s, con un promedio general de 7,7 cm/s. La máxima instantánea fue 15,5 cm/s.

En términos de dirección de desplazamiento, en la mayoría de las experiencias realizadas, los derivadores navegaron hacia la costa (S - SE), o hacia el sur de la playa (SW), sugiriendo que una eventual descarga será dispersada en esas direcciones.

Reiteradamente se evidenciaron líneas de flujo hacia el SE, lo que sugiere una alta influencia del viento reinante (NW) y del oleaje sobre la dinámica de la capa de agua superficial, generando un transporte de masa hacia la costa. No obstante, cuando la corriente superficial se aproxima a los sectores someros, esta gira hacia el SW por condición de borde, y comienza a navegar en sentido paralelo a la línea de costa.

b) Corrientes Eulerianas

b.1) Corrientes del Período Invernal

La estadística de las corrientes se entrega en las Tablas A4-1 y A4-2, adjuntas en anexo 4.1. Las Figuras A4-1 y A4-2 presentan los histogramas de direcciones y magnitudes de las corrientes, respectivamente.

En términos generales se puede señalar que el patrón de circulación marina, en el área de estudio, se caracteriza por presentar una tendencia hacia el tercer cuadrante, de manera aproximadamente paralela a la costa. Las direcciones predominantes son la SW y W, las que suman un 50% de los casos, aproximadamente. Las corrientes que se dirigen hacia la costa (SE), tienen una participación baja entre un 3% a 7% de frecuencia, y las que se desplazan hacia fuera de la costa (NW), evidenciaron una frecuencia inferior a 13%.

Respecto de las magnitudes de las corrientes, estas se agruparon mayoritariamente en los rangos inferiores a 4,1 cm/s, con un 64% y 54% de incidencia, para las capas de 6 m y de fondo, respectivamente.

La intensidad de la circulación marina es baja, con una media general de 4,5 cm/s. Las mayores magnitudes se registraron para la direcciones WSW y ENE, que coinciden aproximadamente con los flujos paralelos a la geometría de la línea de costa. El máximo registro fue del orden de 20 cm/s.

El diagrama de vector progresivo (sucesión de vectores de corrientes en el tiempo), evidenció una corriente residual al SW (capa de agua a 6 m) o al W (capa de agua de fondo). Al respecto, suponiendo que toda la masa de agua presentara un comportamiento espacialmente homogéneo y similar al registrado en el sitio de mediciones de corrientes, se podría inferir que una partícula de agua sería arrastrada, en el largo plazo, en la dirección del flujo residual, es decir, hacia el SW o W.

b.2) Corrientes del Período Estival

La estadística de las corrientes del período estival se entrega en las Tablas A4-3 y A4-4. Las Figuras A4-3 y A4-4 presentan los histogramas de direcciones y magnitudes de las corrientes, respectivamente.

En términos generales se puede señalar que el patrón de circulación marina presenta características similares a las encontradas en el período invernal, con una alta frecuencia de flujos hacia el SW y W (paralelos a la costa), especialmente en la capa de agua de fondo.

Respecto de las magnitudes de las corrientes, estas evidenciaron magnitudes levemente mayores a las informadas en invierno.

La intensidad de la circulación marina fue baja, con una media general de 5,0 cm/s. Las mayores magnitudes se registran para la direcciones SW, que coincide aproximadamente con los flujos paralelos a la geometría de la línea de costa. El máximo registro fue de 32 cm/s.

El diagrama de vector progresivo (sucesión de vectores de corrientes en el tiempo), evidenció una corriente residual al SW en ambas capas de agua. No obstante, en la capa de agua intermedia (6m), existen períodos de corta duración donde la corriente se dirige al NE.

El ciclo diurno de la corriente evidencia una marcada diferenciación horaria. Si bien, la circulación marina es preferentemente hacia el SW o W, existe un período en horas de la tarde, donde la corriente marina se invierte al NE.

c) Estudio de Corrientes Litorales

Los resultados de las experiencias de deriva litoral se presentan a continuación:

Fecha	Distancia neta recorrida (m)	Tiempo de medición (minutos)	Magnitud (cm/s)	Dirección
2-ene-06 16:30	32	45	1.2	SW
2-ene-06 19:30	32	50	1.1	SW
15-ene-06 16:30	25	80	0.5	NE
19-ene-06 16:30	40	65	1.0	NE

Las magnitudes medidas para la deriva litoral fueron relativamente bajas. Las experiencias realizadas el día 2 de enero indicaron una deriva litoral leve hacia el SW, en cambio las experiencias realizadas los días 15 y 19, evidenciaron un transporte hacia el NE.

Las direcciones medidas se explicarían, si se considera que las primeras mediciones se desarrollaron con un régimen de oleaje del NW, debido a una marejada que azotó la zona. En cambio, los días 15 y 19 de enero, hubo oleaje del SW, favorable para el desplazamiento de la mancha en las direcciones encontradas, hacia el NE.

d) Estudio de Dispersión con Rodamina

Los estudios de dispersión realizados en el área del proyecto, evidenciaron una capacidad dispersiva del medio acuático relativamente baja, con coeficientes de dispersión del orden de $1,0 \text{ m}^2/\text{s}$.

En términos de dirección de avance, en todas las experiencias realizadas, la mancha de rodamina se desplazó hacia la costa (S-SE) o hacia el sur de la playa (SW), sugiriendo que cualquier descarga o eventual derrame en el área de estudio, será dispersada en esas direcciones.

El mecanismo que gobierna la “dispersión” en el mar es la turbulencia, que se define como el conjunto de movimientos o desviaciones que se establecen entre los valores medios y los efectivos. La agitación turbulenta depende, a su vez, de múltiples factores, desde las corrientes marinas hasta la acción del viento, presencia de olas, etc.

Desde el punto de vista de una descarga submarina, la dispersión superficial afectará sólo si la pluma de dilución alcanza la superficie del mar. Para las capas más profundas se espera que los valores de los coeficientes de dispersión sean menores a los de superficie.

Los coeficientes de dispersión horizontal se definen como el aumento de superficie cubierta por el trazador por unidad de tiempo, y se miden en m^2/s . En el área de estudio, los coeficientes de dispersión fluctuaron entre $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ a $1,6 \text{ m}^2/\text{s}$, con un promedio general de $1,0 \text{ m}^2/\text{s}$.

En varias ocasiones la mancha de rodamina no se dispersó en la dirección de desplazamiento de su centroide, sino que lo hizo en un sentido más coincidente con la dirección del viento, formando un ovoide o figura estrecha y alargada, lo que sugiere una alta influencia, en superficie, del viento sobre el mecanismo de dispersión.

Cabe consignar, que el desplazamiento del centroide de la mancha no mostró relación directa con la dirección del viento, ya que en varias experiencias realizadas, la tendencia del centroide de la mancha de rodamina fue desplazarse de manera oblicua e incluso opuesta al viento.

Considerando lo anterior, es posible sugerir que la dispersión superficial está influenciada por las corrientes y el viento, pero el destino de las manchas, queda determinado por procesos de transporte de masa, más que por procesos superficiales.

e) Caracterización Físico – Químico de la columna de agua.

Los resultados de la caracterización físico-química, general del área de estudio (extraída de los resultados obtenido por la empresa Edelnor S.A., en su campaña de monitoreo de septiembre de 2005) se entrega a continuación.

La Tabla MA-3 muestra los registros de temperatura en el área donde se desarrollará el proyecto. Al respecto cabe destacar que la estación S1 ha sido considerada en el análisis, por su ubicación (NW de la Bahía) hacia Punta Angamos, ya que en el futuro podrá ser utilizada como punto control en el programa de seguimiento que implementará el proyecto, en sus distintas etapas. Sin perjuicio de lo anterior, los registros de temperatura

superficial muestran especialmente un rango de amplitud mayor que los de profundidad (1,28° C y 0,29 respectivamente), situación probablemente producida por la variabilidad del intercambio calórico entre la atmósfera y el océano, que controla de alguna forma la temperatura superficial del mar, variable que desaparece en profundidad lo que explicaría la homogeneidad entre los valores a este nivel. Al menos 2 de las seis estaciones evaluadas muestran diferencias mayores a 2°C entre la superficie y el valor de fondo lo que sería indicativo de la presencia de una leve termoclina. A pesar que la futura estación control muestra los valores extremos de los registros evaluados, cabe destacar que estos no se diferencian con algunos obtenidos en la capa profunda del área que será intervenida por el proyecto. Así mismo en superficie la diferencia entre esta estación “control” y el área donde se desarrollará el proyecto no supera los 1,3 °C.

Tabla MA-3
Registros de temperatura (°C) en el área de estudio.

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	13,89	15,17	14,67	14,96	14,44	14,17
Fondo	12,67	12,67	12,91	12,96	12,95	12,95

Los registros de pH se muestran, como era de esperar, bastante homogéneos, con una leve tendencia a niveles básicos. Los valores variaron entre 7,65 y 7,76 en superficie y entre 7,61 y 7,76 en profundidad. A nivel vertical, en la columna de agua, la estación que presenta mayor diferencia entre el valor superficial y profundo es de 0,04 unidades, confirmando lo homogéneo del área en términos de pH (ver detalle en Tabla MA-4).

Tabla MA-4
Registros de pH en el área de estudio

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	7,65	7,70	7,76	7,76	7,74	7,71
Fondo	7,61	7,68	7,76	7,75	7,74	7,70

Los registros de Salinidad son bastantes homogéneos. Los valores variaron entre 36,02 (o/oo) y 36,23 en superficie y entre 36,07 y 36,35 en profundidad. Los valores más altos se obtienen en la estación S1 probablemente por ser la estación más oceánica de todas la evaluadas. (ver detalle en Tabla MA-5).

Tabla MA-5
Registros de Salinidad (o/oo) en el área de estudio

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	36,07	36,23	36,11	36,13	36,05	36,02
Fondo	36,09	36,35	36,07	36,14	36,06	36,04

Los registros de Oxígeno, a nivel espacial, presentan variaciones en ambos niveles (superficial y fondo). Los menores valores a nivel superficial se obtienen en las estaciones ubicadas al NE (hacia Punta Chacaya) de la zona donde se construirán las obras marítimas del proyecto. Cabe destacar que los bajos valores obtenidos en los puntos más profundos de cada estación, confirman la condición subóxica de la bahía, como también la presencia de una oxiclina en toda el área estudiada (ver detalle en Tabla MA-6).

Tabla MA-6
Registros de Oxígeno disuelto (mg/l) en el área de estudio

Profundidad	N1	S2	A1	A2	D1	D2
Superficial	6,18	7,11	6,44	6,85	5,02	5,05
Fondo	0,74	0,07	1,12	1,23	1,48	1,18

Los valores de Sólidos Disueltos fluctuaron entre 37.860 y 39.100 mg/l (ver detalle en tabla MA-7) existiendo muy poca variabilidad entre ellos. El valor de 37.860 mg/l correspondió a la estación A1, en superficie, mientras que el de 39.100 mg/l se localizó en la estación A1 a nivel de fondo. Estos valores son similares a los indicados por otros estudios realizados en la bahía por lo que se podrían considerar como característicos para este cuerpo de agua. Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que las aguas de mar, en general, no debieran presentar valores de este elemento, menores a 31.000 mg/l producto de las sales que contiene.

Tabla MA-7
Registros de Sólidos Disueltos (mg/l) en el área de estudio

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	38.080	38.620	37.860	38.440	38.300	38.880
Fondo	38.850	38.450	39.100	38.200	38.900	37.980

Los valores de Sólidos Suspendidos fluctuaron, para toda el área de estudio, entre 28,8 mg/l (estación N1 fondo) y 33,3 mg/l (estación S1 fondo). Si se considera los límites establecidos en la futura norma de aguas marinas, actualmente en estudio, que fija para aguas marinas Clase 2 un rango de entre 25,0 y 80,0 mg/l. Al respecto, todas las mediciones realizadas se encontrarían en el rango establecido para esta Clase (ver detalle en Tabla MA-8)

Tabla MA-8
Registros de Sólidos Suspendidos (mg/l) en el área de estudio

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	32,0	33,1	30,3	29,9	30,5	29,0
Fondo	28,8	33,3	29,1	29,5	30,7	31,0

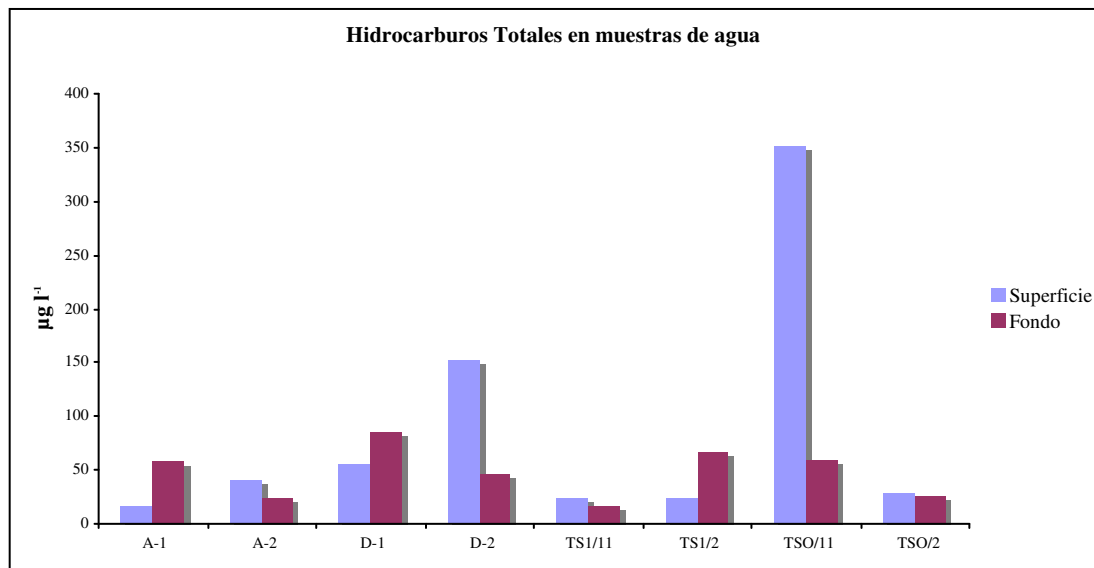
Las concentraciones de Grasas y Aceites (G y A) en todas las estaciones fueron menores a 0,05 mg/l (ver detalle en Tabla MA-9), lo que corresponde al límite de detección del instrumental utilizado. Cabe mencionar que la Tabla 2 de la futura norma nacional para aguas marinas no considera dentro de sus parámetros a las grasas y aceites. Sí lo hace la Tabla 1 que señala la “Norma primaria de calidad ambiental para aguas marinas”. Ésta señala un valor máximo de 10 mg/l de grasas y aceites. Lo anterior permite concluir que los valores de G y A obtenidos en este estudio son bajos.

Tabla MA-9
Registros de Aceites y Grasas (mg/l) en el área de estudio

Profundidad	N1	S1	A1	A2	D1	D2
Superficial	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fondo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

En cuanto a los parámetros evaluados, debido a las características específicas del proyecto, podemos señalar que los valores de Hidrocarburos Totales no muestran un patrón claro, en algunas estaciones los valores más altos están en superficie y en otras a nivel profundo. En general los valores son bajos a excepción de las muestras superficiales de las estaciones D-2 y TSO/11, ambas ubicadas en el área donde se desarrollarán las obras del proyecto. (ver figura MA-3).

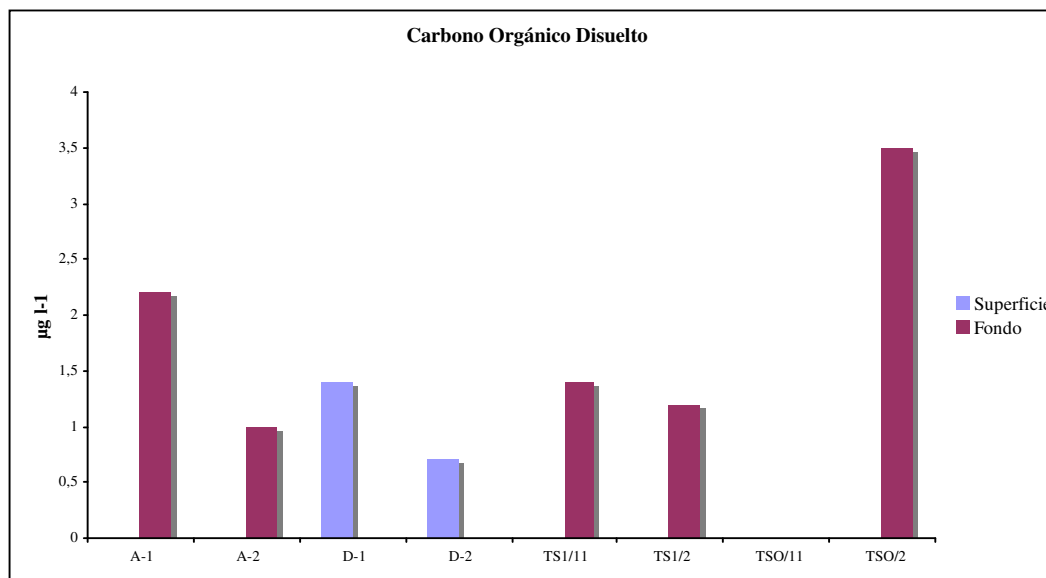
Figura MA-3
Concentración de Hidrocarburos totales en muestras de agua obtenidas a dos profundidades (superficie y fondo)



A su vez, las concentraciones de Sólidos Sedimentables cuantificadas en los 8 sitios de muestreos, tanto en aguas superficiales como en muestras a 1 metro del fondo, no fueron detectadas en ninguna estación de muestreo (bajo el límite de detección de 0,01 ppb o µg/l).

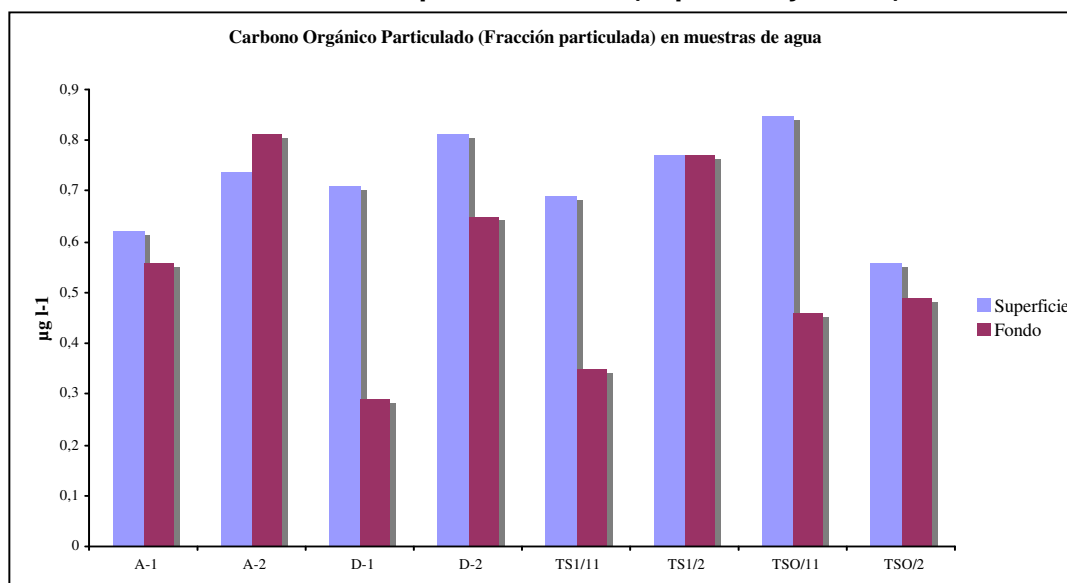
En cuanto al Carbono Orgánico presente en las muestras de agua evaluadas, éste se cuantificó, tanto en su porción disuelta (límite de detección 1 ppm o mg/l) como en la particulada (límite de detección 0,002 ppm o mg/l). Aunque su concentración fue muy variable entre estaciones y profundidades, el Carbono Orgánico Disuelto (COD) fue detectado en cantidades mensurables sólo en 5 de las 8 estaciones, a nivel de fondo, y sólo en dos estaciones (D-1 y D-2) en las muestras obtenidas en la superficie. En el sitio TSO/11 no se detectó COD en ninguna de las muestras (ver detalle en Figura MA-4).

Figura MA-4
Concentración de Carbono Orgánico Disuelto en muestras de agua obtenidas en 8 sitios a dos profundidades (superficie y fondo)



Aunque en menor concentración, el Carbono Orgánico Particulado (COP) fue detectado en cantidades mensurables en todos los sitios, en ambas profundidades (ver Figura MA-5). Aunque en la mayoría de los casos las concentraciones de COP superficiales y de fondo fueron similares, en tres sitios (D-1, TSI/11, TSO/11) su valor fue más alto en las muestras de superficie.

Figura MA-5
Concentración de Carbono Orgánico Particulado en muestras de agua obtenidas en 8 sitios a dos profundidades (superficie y fondo)



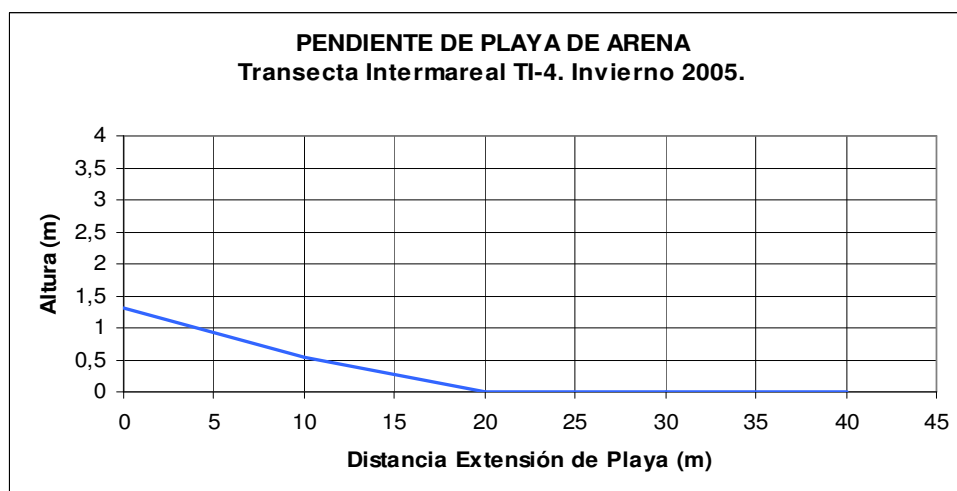
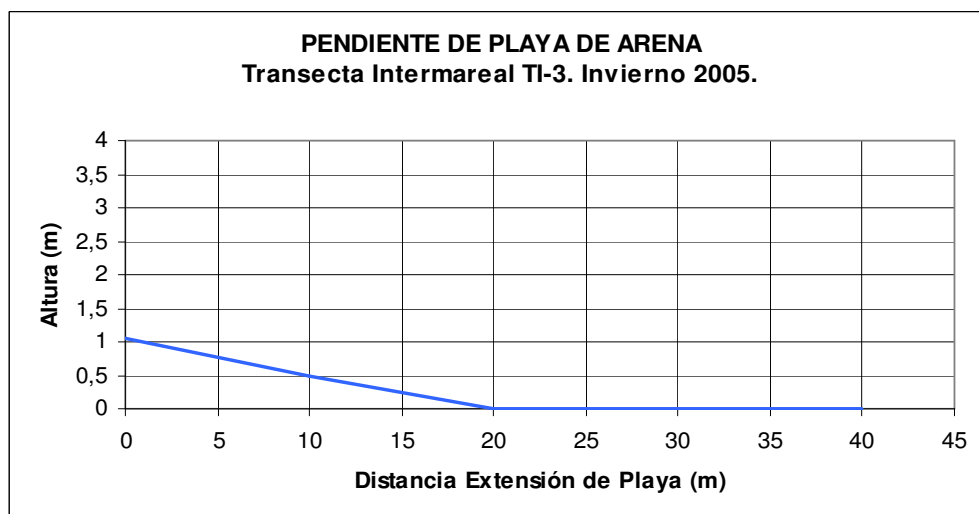
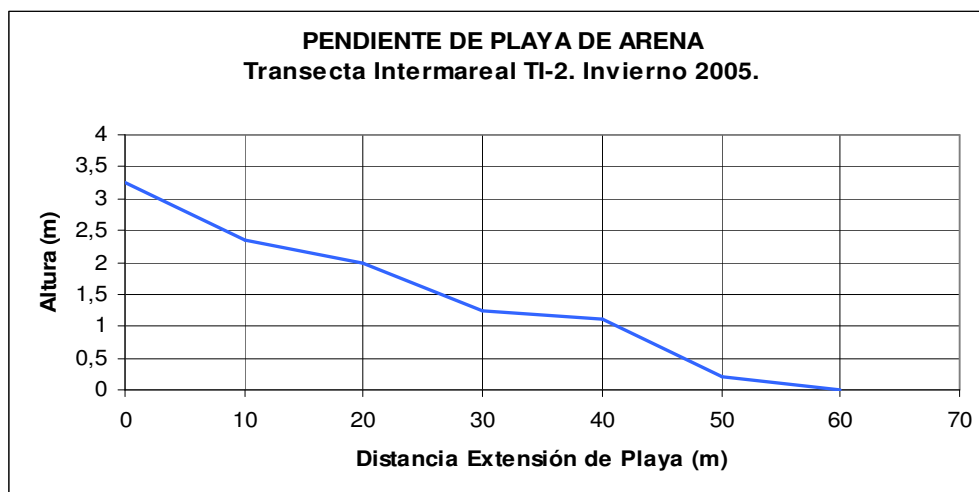
f) Caracterización física y química de los sedimentos

En la Tabla MA-10 y los gráficos de la Figura MA-6 se aprecian las pendientes de cada transecta caracterizada en el intermareal. En ésta se aprecia que la transecta TI2, aquella ubicada más al norte del área de estudio, es la que presenta mayor longitud (60 metros), en la época evaluada, septiembre de 2005. Así como una mayor pendiente. Los resultados indican un típico perfil de playa de invierno, en donde el patrón de los vientos junto con el oleaje y las corrientes, producen una pendiente más abrupta de la playa.

Tabla MA-10
Pendientes promedio de las transectas intermareales.
Campaña Septiembre de 2005.

Distancia (m)	TI-2	TI-3	TI-4
0,00	3,25	1,05	1,30
10,0	2,35	0,50	0,55
20,0	2,00	0,00	0,00
30,0	1,25	0,00	0,00
40,0	1,10	0,00	0,00
50,0	0,20		
60,0	0,00		
70,0			
80,0			

Figura MA-6
Representación gráfica de pendientes de playas de arena. Invierno 2005



En tanto, los resultados de la Tabla MA-11 permiten establecer que el sustrato de la zona intermareal, del área de estudio en la época caracterizada, estuvo dominado principalmente por sedimentos del tipo arena gruesa y muy gruesa, lo que se corresponde con los cambios que se producen en las pendiente de la playa. Esto queda de manifiesto al observar que ambas fracciones constituyen el 55,81, 88,47 y 71,58% de las transectas, respectivamente.

Tabla MA-11
Parámetros Granulométricos
diámetro promedio y tipo de sedimentos intermareales

Fracción Sedimentaria	Phi (ϕ)	TI2 (%)	TI3 (%)	TI4 (%)
Grava Muy Fina	-1	1,19	3,25	18,82
Arena Muy Gruesa	0	8,50	55,83	33,55
Arena Gruesa	1	47,31	32,64	38,03
Arena Media	2	30,48	5,75	7,15
Arena Fina	3	10,76	1,96	1,97
Arena Muy fina	4	1,74	0,47	0,46
Fango	<4	0,03	0,11	0,03
Tamaño Promedio de Grano (mm)		2,01	3,26	4,2
Tipo de Sedimento		Arena Gruesa	Arena Muy Gruesa	Arena Muy Gruesa
Selección de Tamaños		Mal Clasificada	Mal Clasificada	Mal Clasificada
Asimetría Gráfica		Alto Exceso de Gruesos	Alto Exceso de Gruesos	Alto Exceso de Gruesos

De acuerdo a la clasificación de Inmann (1952), los resultados de la Desviación Estándar Inclusiva denotan para todas las transectas sedimentos Mal Clasificados. Estos resultados son coherentes con el tamaño promedio de ellos en cada estación. Debe recordarse que los límites establecidos en la clasificación cualitativa de los sedimentos están estrechamente controlados por la forma V o la función sinusoidal del tamaño promedio, por lo que generalmente los únicos sedimentos que caen en la categoría de los “bien clasificados” son las arenas medias y finas, y todas las arcillas, limos y gravas (fracciones gruesas) estarían “poco clasificados” o “muy mal clasificadas”. Por su parte, los resultados de la Asimetría (SK1) permiten clasificar descriptiva y cualitativamente a todas las estaciones como con Alto Exceso de Gruesos, lo que es coherente con el tipo sedimentario hallado.

En cuanto a las características granulométricas del sustrato de la zona submareal del área de estudio, en la Tabla MA-12 se entregan los resultados extraídos del informe de la campaña realizada, en septiembre de 2005, por la empresa Edelnor S.A. Los resultados obtenidos muestran que ambas transectas submareales TS0, TS1 presentan características muy similares, estando dominadas por las fracciones de arena muy fina (0,315 – 0,10 mm). Esto confirmaría la información entregada por otros estudios en el sentido que en la parte media de la Bahía de Mejillones del Sur, las corrientes presentarían velocidades algo menores que en el costado sur de la misma, de manera que permitirían que sedimentos de grano más pequeño se depositen en el fono marino, sin removerlos de forma importante.

Tabla MA-12
Parámetros Granulométricos
diámetro promedio y tipo de sedimentos submareales

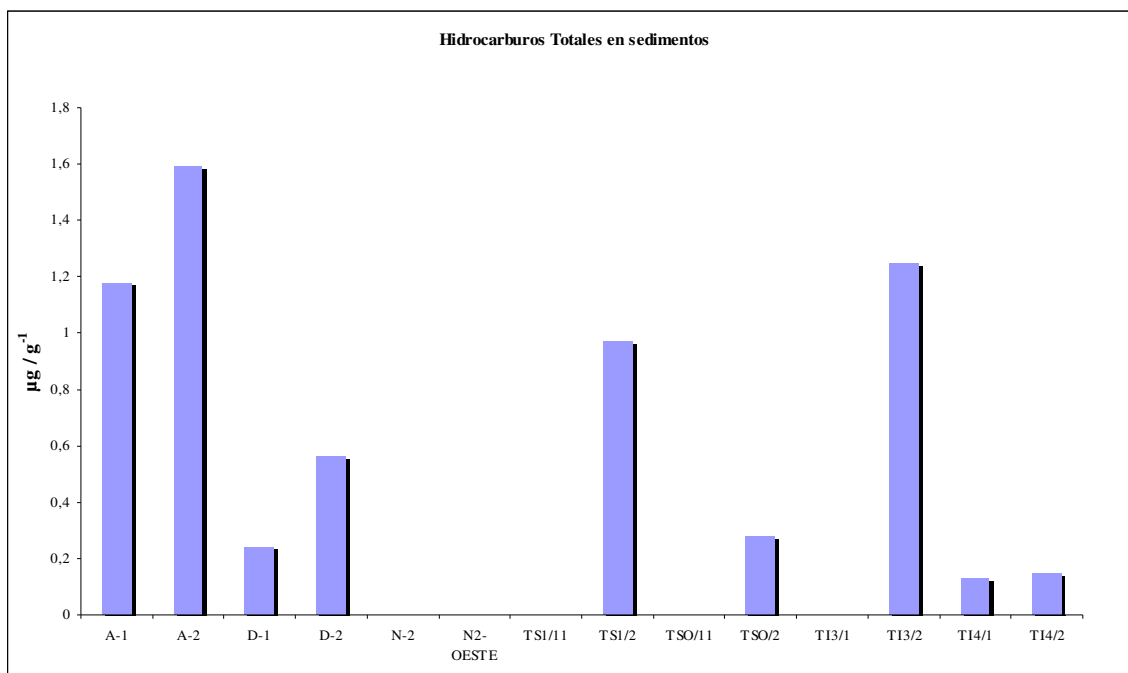
Fracción Sedimentaria	Phi (ϕ)	TS0 (%)	TS1 (%)
Grava Muy Fina	-1	6,58	5,28
Arena Muy Gruesa	0	1,04	1,96
Arena Gruesa	1	1,81	2,38
Arena Media	2	3,50	5,89
Arena Fina	3	13,08	24,53
Arena Muy fina	4	61,53	50,66
Fango	<4	12,45	9,30
Tamaño Promedio de Grano (mm)		0,28	0,21
Tipo de Sedimento		Arena Muy Fina	Arena Muy Fina
Selección de Tamaños		Clasificación Moderada	Clasificación Moderada
Asimetría Gráfica		Alto Exceso de Finos	Alto Exceso de Finos

En tanto, de acuerdo a la clasificación de Inmann (1952), los resultados de la Desviación Estándar Inclusiva denotan para ambas transectas (TS0, TS1) sedimentos con Clasificación Moderada. Estos resultados son coherentes con el tamaño promedio de ellos en cada estación. Por su parte, los resultados de la Asimetría (SK1) permiten clasificar descriptiva y cualitativamente a las transectas con sedimentos con Alto Exceso de Finos.

En cuanto a las características químicas de los sedimentos, los resultados de la campaña realizada en marzo de 2006, muestran que los hidrocarburos totales (HCT) fueron detectados en cantidades mensurables solo en 8 de los 12 sitios muestreados (8 estaciones submareales y 4 intermareales). En estos sitios, la variabilidad en la abundancia de HCT fue alta, destacándose su mayor concentración en los sitios submareales A1, A2 y TSI/2 y en uno de los puntos muestreados (TI3/2) en la zona intermareal (ver Figura MA-7).

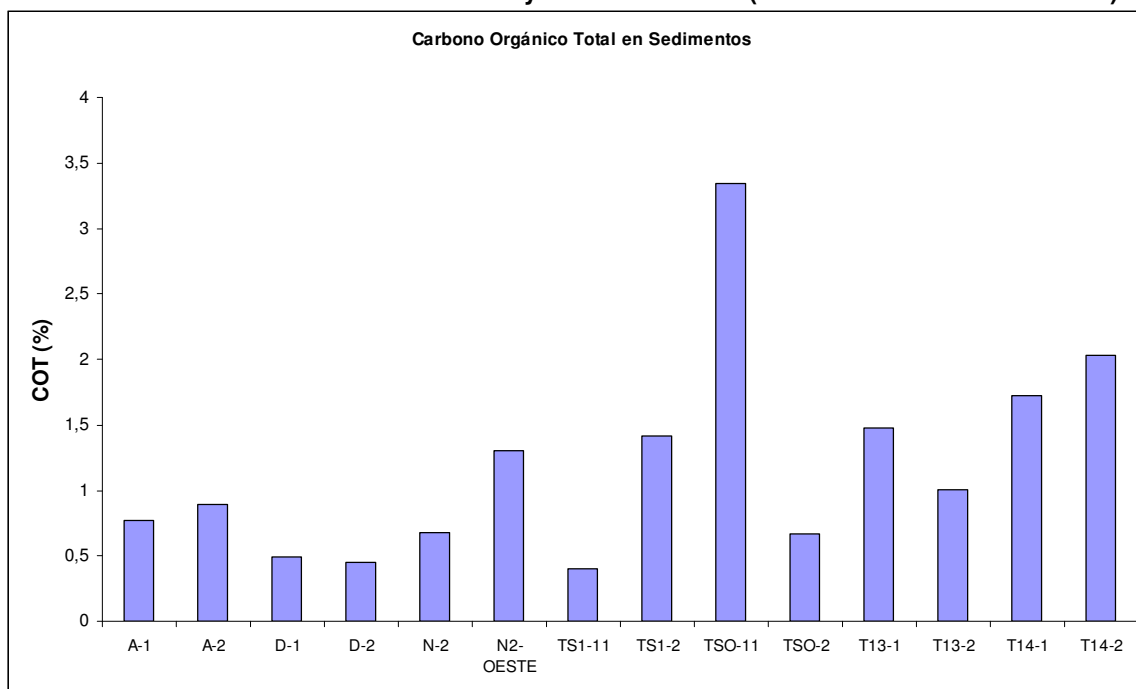
Figura MA-7

Abundancia de hidrocarburos totales presentes en muestras de sedimentos. Donde no hay barras significa que la concentración de la variable estuvo bajo el límite de detección instrumental.



A su vez la cuantificación de Carbono Orgánico Total (COT) presente en las muestras de sedimento fue detectable en todas las estaciones, destacándose la mayor concentración en la estación submareal TSO/11. Por otro lado, las menores concentraciones se observaron en D-2 y TS1/11 (Ver Figura MA-8).

Figura MA-8
Concentración de Carbono Orgánico Total presente en sedimentos en todas las estaciones de muestreo: 10 sitios submareales y 2 intermareales (cada uno con dos muestras).



g) Cuantificación de organismos bentónicos:

La cuantificación del bentos submareal en las 8 estaciones caracterizadas (Ver Figura MA-2), durante la campaña de terreno realizada, permitió la identificación de un total de 35 especies, de las cuales la mayoría correspondieron a gastrópodos y crustáceos (ver Tabla MA-12). Las especies más abundantes fueron *Mitrella unifasciata*, *Nassarius gayi*, *Priene scabrum* y *Tegula atra*.

Tabla MA-13
Densidad promedio (número de individuos m⁻² y desviación estándar) para cada especie recolectada en los diferentes sitios de muestreo submareales.

Especies	A1		A2		D1		D2		TS1/11		TS1/2		TSO/11		TSO/2	
	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE
<i>Aeneator fontainei</i>	-	-	-	-	0,83	1,60	0,60	1,34	0,20	0,45	-	-	0,60	0,89	-	-
<i>Cancellaria buccinoides</i>	0,40	0,55	-	-	0,33	0,52	0,40	0,55	0,20	0,45	-	-	0,80	0,84	-	-
<i>Collisella orbigny</i>	0,60	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Collisella sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,45	-	-	-	-
<i>Crepidula dilatata</i>	-	-	-	-	-	-	0,40	0,89	12,00	9,46	-	-	2,60	1,67	-	-
<i>Crucibulum quiriquinae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	1,34	-	-	0,60	0,89	-	-
<i>Iselica chilensis</i>	-	-	-	-	0,17	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mitrella unifasciata</i>	2,00	2,12	1,6	2,19	1,40	1,14	7,40	7,44	1,80	2,05	-	-	9,60	8,62	0,8	1,79
<i>Nassarius gayi</i>	12,40	15,63	11,2	11,30	0,17	0,41	0,20	0,45	-	-	12,2	1,79	1,40	1,67	2,6	3,71
<i>Priene scabrum</i>	1,80	1,10	-	-	8,33	2,34	13,60	9,02	1,60	1,95	-	-	10,80	5,72	2,2	4,38
<i>Thais chocolata</i>	-	-	-	-	0,33	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trigonostoma tuberculosum</i>	-	-	0,6	0,55	0,17	0,41	0,60	0,89	0,40	0,89	-	-	0,40	0,89	0,4	0,89
<i>Xanthochorus buxea</i>	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cancer coronatus</i>	1,40	0,89	-	-	-	-	-	-	1,20	2,68	0,8	0,45	-	-	-	-
<i>Cancer edwardsi</i>	-	-	-	-	0,33	0,82	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cancer porteri</i>	-	-	-	-	0,17	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cancer setosus</i>	-	-	-	-	-	-	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-	0,6	0,89
<i>Gaudichaudia gaudichaudi</i>	0,40	0,89	-	-	-	-	0,40	0,89	0,40	0,89	-	-	0,20	0,45	-	-
<i>Mursia gaudichaudi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	0,55	-	-
<i>Eurypodius latreillei</i>	0,80	1,10	0,2	0,45	0,17	0,41	1,00	1,22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pilumnoides perlatus</i>	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleuroncodes monodon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	0,89	-	-
<i>Pagurus edwardsi</i>	0,80	1,10	-	-	-	-	-	-	2,20	4,92	0,2	0,45	-	-	1,6	2,07
<i>Pagurus villosus</i>	0,20	0,45	-	-	-	-	0,20	0,45	0,20	0,45	-	-	-	-	0,2	0,45
<i>Argopecten purpuratus</i>	-	-	-	-	2,00	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacomya ater</i>	-	-	-	-	-	-	0,40	0,89	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Estomatopodo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,45	-	-	-	-	-	-
<i>Patiria chilensis</i>	-	-	-	-	0,17	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luidia magellanica (Estrella negra)</i>	-	-	-	-	0,17	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiuro sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,45	-	-
<i>Fissurella cumingi</i>	-	-	-	-	0,33	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tegula atra</i>	7,40	3,65	1,6	2,07	2,67	2,42	5,60	5,32	2,20	4,92	-	-	-	-	0,4	0,89
<i>Tegula luctosa</i>	0,20	0,45	-	-	0,83	0,98	0,60	0,89	-	-	-	-	-	-	0,2	0,45
<i>Arbacia spatuligera (erizo)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,20	2,39	4,2	2,39
Total de Especies	14		5		17		15		14		4		13		10	

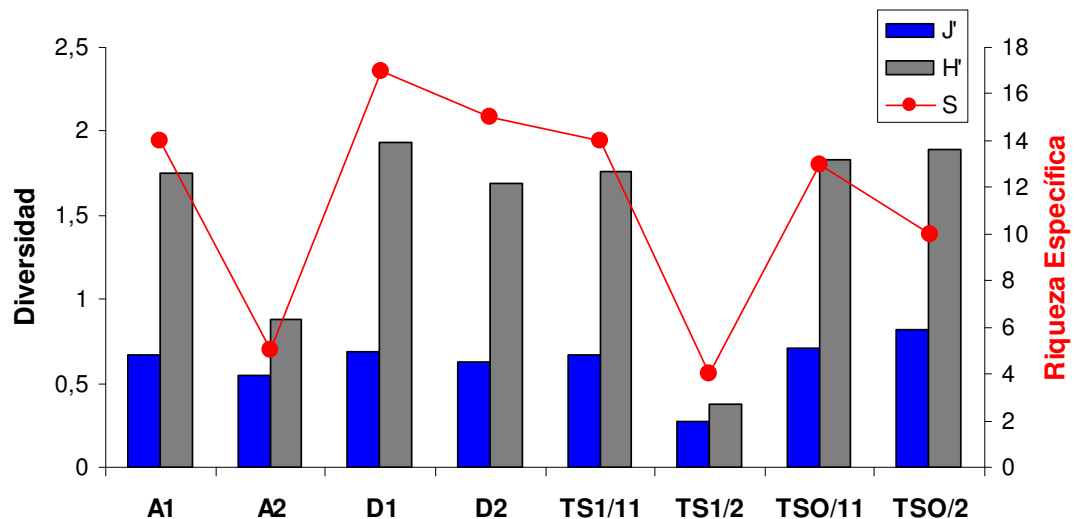
En todas las estaciones de muestreo se recolectaron organismos, siendo la estación D-1 la que presentó la mayor riqueza específica. En cambio, la menor riqueza observada correspondió a la estación TS1/2. Por otro lado, la diversidad específica más alta correspondió a la estación D-1, mientras que la más baja se encontró en TS1/2 (ver Tabla MA-14 y Figura MA-9).

Tabla MA-14
Diversidad biológica por sitio de muestreo en base a 3 índices

Estación	S	J'	H'
A1	14	0,664	1,754
A2	5	0,549	0,8835
D1	17	0,684	1,938
D2	15	0,623	1,69
TS1/11	14	0,665	1,757
TS1/2	4	0,273	0,3792
TSO/11	13	0,712	1,828
TSO/2	10	0,82	1,888

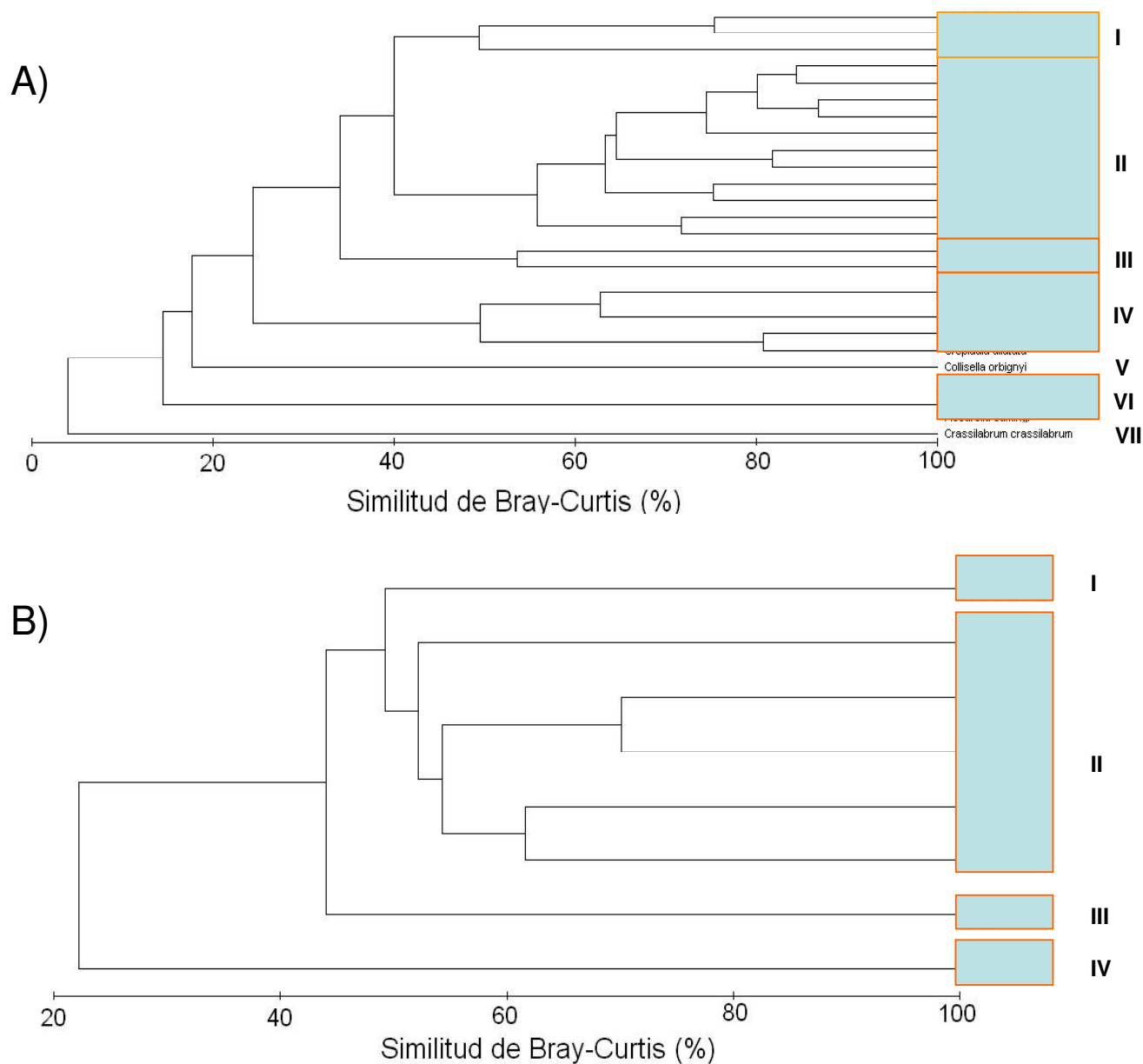
En todos los casos la densidad fue estandarizada a individuos por m².

Figura MA-9
Diversidad biológica por sitio de muestreo en base a 3 índices



En el dendrograma de similitud entre las distintas especies se pueden observar 7 grupos (ver Figura MA-10A). El mismo análisis, pero en función de las distintas estaciones de muestreo, destaca la existencia de 4 grupos, uno formado por TSO/11, el segundo formado por TSO/2, D-2, D-1, TS1/11 y A-1; el tercer grupo formado por A-2 y el cuarto compuesto solo por TS1/2 (Figura MA-10 B).

Figura MA-10
Dendrogramas de similitud de A) los organismos recolectados mediante censos
visuales directos, B) los sitios muestreados.



Cabe destacar que los resultados obtenidos en términos de abundancia e índices comunitarios son bastante coherentes y similares a los descritos por estudios realizados en el área y específicamente con las campañas de monitoreo que ha realizado la empresa Edelnor S.A. en el área.

En cuanto a la fauna intermareal del área de estudio, esta se presentó bastante pobre encontrándose sólo unos pocos ejemplares de pulga de mar (*Emerita analoga*) en los muestreos intermareales TI3 y TI4 (9 y 2 respectivamente) esta muy baja abundancia no permitió incluir estos datos en el análisis comunitarios. Estos resultados son coherentes si se comparan con la información entregada por la empresa Edelnor S.A., a través de los informes de las campañas de monitoreo del medio ambiente marino en el que para esta misma área informa a partir del verano del 2004, entre 1 y 2 taxa por transecto, siendo generalmente, *Emerita análoga*, la especie más abundante, siendo la segunda taxa presente el molusco *Semimytilus algosus*.

h) Presencia de *Chelonia Mydas* (tortuga verde) en el área del proyecto.

Desde 1997, distintos estudios han señalado el incremento en el número de avistamientos de tortugas marinas *Chelonia Mydas* (tortuga verde) en la Bahía Mejillones del Sur, produciéndose una congregación de ejemplares de la especie, en torno a la actual descarga de agua de enfriamiento de la Empresa Edelnor S.A en la costa del sector Industrial de la ciudad de Mejillones. Es así como, desde 1998 se ha recogido información asistemática de la presencia de esta especie en el área.

Los resultados de estos estudios, registran un número variable de la especie en el sector. La forma de vida y conducta de buceo de largo tiempo que presentan estos animales dificulta una estimación exacta del tamaño poblacional. Sin embargo, los censos de cuantificación de un valor mínimo y las observaciones submarinas, es posible indicar que existiría la presencia permanente superior a 30 ejemplares, el que en ocasiones puede alcanzar a cerca de 60 individuos en el área de las descargas.

Los ejemplares realizarían excursiones cíclicas, preferentemente entre el sector de las descargas hacia las costas frente a Chacaya y Caleta Hornos, las que pueden ser completadas durante un día, o tener varios (sobre cinco) días de duración. No obstante, es recurrente el retorno de los ejemplares al área de las descargas donde se congrega la mayor parte de la población. Los ejemplares permanecen por tiempos variables en la Bahía Mejillones del Sur, registrándose individuos marcados entre 6 a 7 meses de permanencia en el área.

La condición corporal de ejemplares estudiados y especialmente incrementos de peso de individuos recapturados, indican que las tortugas se encuentran en buen estado en la bahía, lo que sustenta la idea de que el área corresponde a un sitio de forrajeo o alimentación. Estos sitios, que normalmente son distantes a los sitios de reproducción, son explotados por las tortugas durante su crecimiento o engorda en períodos pre e inter-reproductivos, lo que le confiere a este sector de la bahía un alto valor para la conservación de esta especie.

Respecto a los ítemes de alimento de las tortugas en el área de estudio en Bahía Mejillones del Sur, estos estarían compuestos principalmente por tres especies de algas: *Ulva lactuca* o Lechuga de Mar, *Gracilaria sp.* o Pelillo y *Rhodymenia corallina*, un alga roja muy abundante en Bahía Mejillones del Sur. En general son algas bastante frecuentes en los fondos someros de Mejillones, existiendo parches bastante densos en algunos puntos de las costas de la bahía, uno de ellos justamente frente a las descargas de la termoeléctrica y otros, en la extensión costera hacia Punta Chacaya – Caleta Hornos.

Los estudios señalan la depredación de *Chelonia mydas* sobre otros ítemes como medusas y peces. Sobre el primero de éstos depreda en forma oportunista, explotando eventos de llegada de aguas con abundancia de medusas, las que son desgarradas desde el centro del animal, consumiendo de preferencia el digestivo y las gónadas.

La disponibilidad de ítemes alimentarios, especialmente la abundancia de algas y eventual presencia de medusas, confirman la idea de las buenas condiciones que presenta la Bahía Mejillones del Sur para la alimentación de las tortugas verdes. Esto se confirma con los datos de incremento de peso de ejemplares recapturados en el área.

4.4.6 Análisis de los resultados y Conclusiones

En términos de dirección de desplazamiento de las corrientes, en la mayoría de las experiencias realizadas, los derivadores navegaron hacia la costa (S - SE), o hacia el sur de la playa (SW), sugiriendo que una eventual descarga será dispersada en esas direcciones. La máxima instantánea fue 15,5 cm/s.

En términos generales se puede señalar que el patrón de circulación marina en época de invierno en el área de estudio, se caracteriza por presentar una tendencia hacia el tercer cuadrante, de manera aproximadamente paralela a la costa. Las direcciones predominantes son la SW y W, las que suman un 50% de los casos, aproximadamente. Las corrientes que se dirigen hacia la costa (SE), tienen una participación baja entre un 3% a 7% de frecuencia, y las que se desplazan hacia fuera de la costa (NW), evidenciaron una frecuencia inferior a 13%.

Respecto de las magnitudes de las corrientes, estas se agruparon mayoritariamente en los rangos inferiores a 4,1 cm/s, con un 64% y 54% de incidencia, para las capas de 6 m y de fondo, respectivamente.

En época estival el patrón de circulación marina presenta características similares a las encontradas en el período invernal, con una alta frecuencia de flujos hacia el SW y W (paralelos a la costa), especialmente en la capa de agua de fondo.

Respecto de las magnitudes de las corrientes, estas evidenciaron magnitudes levemente mayores a las informadas en invierno.

Respecto a las experiencias realizadas con Rodamina B, es posible sugerir que la dispersión superficial está influenciada por las corrientes y el viento, pero el destino de las manchas, queda determinado por procesos de transporte de masa, más que por procesos superficiales.

Respecto a las características físico-químicas de la columna de agua en el área de estudio, éstas presentan valores característicos para la época, con presencia de termoclina y oxiclina y ausencia de aceites y grasas.

En cuanto a los parámetros evaluados, debido a las características específicas del proyecto, los valores de Hidrocarburos Totales no muestran un patrón claro, siendo en general, las concentraciones bajas. El Carbono Orgánico Disuelto (COD) fue detectado en cantidades mensurables sólo en 5 de las 8 estaciones, a nivel de fondo, y sólo en dos estaciones en las muestras obtenidas en la superficie. Aunque en menor concentración, el

Carbono Orgánico Particulado (COP) fue detectado en cantidades mensurables en todos los sitios, en ambas profundidades.

Los resultados del análisis granulométrico de las estaciones intermareales, indican un típico perfil de playa de invierno, en donde el patrón de los vientos junto con el oleaje y las corrientes, producen una pendiente más abrupta de la playa y sedimentos Mal Clasificados. Por su parte, los resultados de la Asimetría permiten clasificar descriptiva y cualitativamente a todas las estaciones como con Alto Exceso de Gruesos, lo que es coherente con el tipo sedimentario hallado.

En cuanto a las características granulométricas del sustrato de la zona submareal del área de estudio, los resultados obtenidos muestran que ambas transectas submareales presentan características muy similares, estando dominadas por las fracciones de arena muy fina. Esto confirmaría la información entregada por otros estudios en el sentido que en la parte media de la Bahía de Mejillones del Sur, las corrientes presentarían velocidades algo menores que en el costado sur de la misma, de manera que permitirían que sedimentos de grano más pequeño se depositen en el fono marino, sin removerlos de forma importante.

En cuanto a las características químicas de los sedimentos, la variabilidad en la abundancia de HCT fue alta, destacándose su mayor concentración en los sitios submareales. A su vez, la cuantificación de Carbono Orgánico Total (COT) presente en las muestras de sedimento fue detectable en todas las estaciones, destacándose la mayor concentración en la una estación submareal (TSO/11).

La cuantificación del bentos submareal permitió la identificación de un total de 35 especies, de las cuales la mayoría correspondieron a gastrópodos y crustáceos. Las especies más abundantes fueron *Mitrella unifasciata*, *Nassarius gayi*, *Priene scabrum* y *Tegula atra*.

En cuanto a la fauna intermareal del área de estudio, esta se presentó bastante pobre encontrándose sólo unos pocos ejemplares de pulga de mar (*Emerita analoga*) en los muestreos intermareales, esta muy baja abundancia no permitió incluir estos datos en el análisis comunitarios. Estos resultados son coherentes si se comparan con la información entregada por la empresa Edelnor S.A., a través de los informes de las campañas de monitoreo del medio ambiente marino en el que para esta misma área informa a partir del verano del 2004, entre 1 y 2 taxa por transecto, siendo generalmente, *Emerita análoga*, la especie más abundante, siendo la segunda taxa presente el molusco *Semimytilus algosus*.

4.5 LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE HUMANO Y SOCIAL

4.5.1 Introducción

En el presente acápite, se presenta la descripción y análisis de los principales componentes del medio ambiente humano de la Comuna de Mejillones. Los antecedentes contenidos en esta sección se basan principalmente en información del Censo del año 2002 y del Plan Regulador Comunal.

La comuna está ubicada en el sector litoral de la II Región de Antofagasta y posee una superficie de 8.418 km², correspondiente al 12,4% del territorio provincial y al 6,6 % del regional. En conjunto con las Comunas de Antofagasta, Sierra Gorda y Taltal, conforma la Provincia de Antofagasta.

Se debe recalcar que el proyecto no producirá reasentamiento de comunidades, pero como realiza un aporte a la Comuna en la cual se inserta y de esta forma a la Región a la que pertenece, es que se han estudiado los antecedentes sociales más relevantes, acompañados con información de otros niveles administrativos (provincial y regional) para poder contextualizar y caracterizar de mejor forma la Comuna en cuestión.

La metodología utilizada considera el análisis cualitativo y cuantitativo de la información censal y de otras fuentes de información, proveniente de Instituto Nacional de Estadísticas, Ministerio de Planificación y Cooperación y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

4.5.2 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.

4.5.3 Demografía

a) Antecedentes generales

Históricamente los procesos y patrones de ocupación y distribución de la población regional se relacionan estrechamente con la explotación de los recursos naturales y las fluctuaciones económicas de dichos productos.

Desde mediados del siglo XIX hasta 1940, la población regional se concentraba en localidades dependientes de la extracción del salitre y guano, como las oficinas salitreras de María Elena, Pedro de Valdivia y la localidad de Mejillones. La extracción de guano a partir de la década del 20 comenzó a perder valor en los mercados internacionales, lo que provocó que paulatinamente estas localidades comenzaran a ser abandonadas, generando importantes procesos migratorios.

Con posterioridad a la crisis salitrera la población se concentró y creció alrededor de dos centros urbanos: uno constituido por Calama-Chuquicamata y el otro, por el puerto de Antofagasta, centro administrativo y de prestación de servicios hacia donde en la actualidad converge la red de comunicaciones a nivel regional ya que funciona como punto de embarque y exportación de la producción cuprífera.

Ambos centros han ejercido una importante influencia sobre los movimientos demográficos intrarregionales, siendo el destino de la mayor parte de los movimientos poblacionales de la región.

Dentro de este contexto regional, la zona costera donde se localiza la ciudad de Mejillones, estuvo deshabitada hasta 1841 año en que fue fundada como lugar de asentamiento para la explotación de guano fósil y cateo de minas de cobre. A partir de ese momento ha tenido una evolución demográfica de carácter cíclico vinculado a los vaivenes económicos de los recursos explotados a su alrededor.

b) Total de Población

Según el último Censo Nacional de Población y Vivienda realizado el año 2002, la Segunda Región de Antofagasta cuenta con una población total de 493.984 habitantes, que corresponden al 3,2 % de la población total del país (15.116.435 hab). En la tabla SC-1, se muestra el comportamiento poblacional considerando los últimos censos realizados en el país.

Tabla SC-1
Crecimiento Intercensal por Comunas 1992 – 2002

Nivel	Población 1992	Población 2002	Crecimiento Intercensal
Comuna de Mejillones	6.315	8.418	33,3
Provincia de Antofagasta	247.000	318.779	29
Región de Antofagasta	410.724	493.984	20,3
Chile	13.348.401	15.116.435	13,2

Fuente: INE. Censos de Población 1992 y 2002

Al observar los datos, se puede establecer que en la región existe una tendencia al crecimiento de la población muy superior al promedio nacional lo que se vincula con el dinamismo económico originado por el auge de la actividad minera principalmente. Notable es el crecimiento experimentado en la Comuna de Mejillones, lo que en la práctica significó un aumento de 2.103 habitantes. Esta tendencia además se observa claramente en el nivel provincial, debido a que la inclusión de la capital regional influye de manera determinante en el promedio provincial.

c) Población por grupos de edad y sexo

La comuna de Mejillones cuenta con un 28 % de su población en el tramo comprendido entre los 0 a 14 años y un 4,8 % 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.

Un detalle de la estructura poblacional en los distintos niveles administrativos se expone en la tabla SC-2.

Tabla SC-2
Estructura de la población por grupo de edad

Nivel	Mejillones		Provincia		Región		País	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 4	692	8,2	25.664	8,1	41.001	8,3	1.151.076	7,6
5 a 14	1.658	19,7	56.759	17,8	91.845	18,6	2.739.050	18,1
15 a 24	1.361	16,2	55.231	17,3	83.604	16,9	2.481.515	16,4
25 a 39	2.120	25,2	80.775	25,3	124.858	25,3	4.759.673	31,5
40 a 64	2.181	25,9	79.845	25,0	123.465	25,0	3.166.832	20,9
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	100,0

Fuente: INE. Censo de Población 2002

Mejillones presenta una estructura etárea similar a la que se observa en el resto de los niveles administrativos. Sin embargo, algunas diferencias se pueden establecer, ya que el 25,9% de la población se encuentra en el rango de edad de entre 40 a 64 años, realidad cercana a la provincia pero algo superior a la del país. Una situación inversa se observa en el rango de entre 25 a 39, en donde la proporción comunal, provincial y regional es inferior a lo observado en el país.

Otro análisis importante de realizar es determinar la estructura de la población por sexo. Se debe destacar que la región presenta el índice de masculinidad más elevado a nivel nacional, lo que es aún más patente al desagregar la información en área urbana y rural ya que por ejemplo en la comuna de Mejillones, este índice alcanza un valor de 554,3 bastante superior al regional y muy por encima del nivel nacional (ver Tabla SC-3).

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

Nivel	Total				Urbana	Rural
	Total	Hombres	Mujeres	Índice Masculinidad	Índice Masculinidad	Índice Masculinidad
Comuna de Mejillones	8.418	4.654	3.764	123,6	114,1	554,3
Provincia de Antofagasta	318.779	165.847	152.932	108,4	106,2	409,2
Región de Antofagasta	493.984	256.165	237.819	107,7	105,7	247,8
Chile	15.116.435	7.447.695	7.668.740	97,12	94,6	114,4

Fuente: INE. Censo de Población 2002

Lo anterior se puede explicar en parte 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.

d) Población Urbana y Rural

Antes de analizar la evolución de la población rural y urbana se debe establecer que 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.

Teniendo en cuenta lo anterior y de acuerdo a los datos proporcionados por el censo de 2002, actualmente la ruralidad a nivel nacional alcanza al 13,4%, no obstante ello, en la II Región, sólo un 2,3% de la población habita en el medio rural, mientras que el 97,7% (482.546 personas) lo hace en áreas urbanas. Esto se debe a las difíciles condiciones climáticas de la región, lo que ha generado una alta concentración de población en torno a grandes centros urbanos, tales como lo es la ciudad de Antofagasta y Calama (ver detalle en Tabla SC-4).

Tabla SC-4
Evolución de la Población Urbana y Rural

Nivel	Población Urbana (%)		Población Rural (%)	
	1992	2002	1992	2002
Comuna de Mejillones	88,3	93,7	11,7	6,3
Provincia de Antofagasta	97,9	98,3	2,1	1,3
Región de Antofagasta	97,3	97,7	2,7	2,3
País	83,5	86,6	16,5	13,4

Fuente: INE. Censo de Población 1992 y 2002

Sin embargo, en la Comuna de Mejillones la población rural es proporcionalmente muy superior al promedio regional, aunque comparando ambos censos de todas formas mantiene la tendencia experimentada en el país, que ha implicado una disminución paulatina pero sostenida de la población rural. Lo anterior queda claramente demostrado al observar los datos entregados por los censos de 1992 y el 2002 en todos los niveles administrativos considerados.

e) Distribución y densidad de población

Antes de analizar este punto se debe considerar que las superficies comunales para el Censo del 2002 corresponden a las mediciones efectuadas por el Instituto Geográfico Militar en cartas 1:50.000, en diversas regiones dentro de las cuales se consideró la región de Antofagasta, lo que explica las diferencias de superficie entre ambos censos.

La región tiene una superficie de 126.049 km². La densidad media aumentó de 3,3 hab/km² en 1992 a 3.9 hab/km² el 2002. Este promedio demuestra la baja densidad existente en la región, pero con una tendencia al aumento en todos los niveles estudiados.

Lo anterior se explica entre otras causas debido a las difíciles condiciones de habitabilidad producto de por ejemplo la escasez de agua, lo que ha llevado a la población a agruparse en determinadas localidades y ciudades. Lo anterior junto con poseer superficies comunales extensas, explica las bajas densidades registradas (ver detalles en Tabla SC-5).

Tabla SC-5
Densidad de Población por Nivel Administrativo 1992 y 2002

Nivel	Superficie (km²)		Densidad (hab/km²)	
	1992	2002	1992	2002
Comuna de Mejillones	3.632,50	3.804	1,74	2,2
Provincia de Antofagasta	68.152	67.813	9,8	12,6
Región de Antofagasta	126.443	126.049	3,3	3,9

Fuente: INE, Censos de Población 1992 y 2002

4.5.4 Características Socioeconómicas (Empleo y Actividades Económicas)

En Mejillones actualmente la economía se sustenta básicamente en la actividad pesquera e industrial que ha constituido durante las últimas décadas 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.

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.

Para tener una idea preliminar del empleo se procedió a agrupar la fuerza de trabajo en los tres sectores económicos clásicos: primario, secundario y terciario. Como era previsible las fortalezas del sector primario son importantes en tanto a nivel regional como comunal, representado esencialmente por actividades mineras.

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 la Tabla SC-6 se presenta la composición por sexo de la fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica en la comuna de Mejillones.

Tabla SC-6
Fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica
Población de 15 años o más ocupada por ramas de actividad económica según sexo

Rama de actividad económica	Pob. 15 años o más ocupada	Hombres		Mujeres		Total
		Nº	%	Nº	%	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	17	15	0,6	2	0,1	0,7
Pesca	456	415	16,9	41	1,7	18,5
Explotación de minas y canteras	358	352	14,3	6	0,2	14,5
Industrias manufactureras	381	333	13,5	48	1,9	15,5
Suministro de electricidad, gas y agua	59	52	2,1	7	0,3	2,4
Construcción	368	351	14,3	17	0,7	14,9
Comercio y reparaciones varias	330	201	8,2	129	5,2	13,4
Hoteles y restaurantes	141	61	2,5	80	3,2	5,7
Transporte, almacenamiento y comunicación	222	191	7,8	31	1,3	9,0
Intermediación financiera	3	0	0,0	3	0,1	0,1
Actividades inmobiliarias, emp. y alquiler	268	214	8,7	54	2,2	10,9
Adm. Pública, defensa y seguridad social	182	126	5,1	56	2,3	7,4
Enseñanza	112	39	1,6	73	3,0	4,5
Servicios sociales y de salud	56	18	0,7	38	1,5	2,3
Otros servicios comunitarios sociales	101	36	1,5	65	2,6	4,1
Hogares privados con servicio doméstico	55	8	0,3	47	1,9	2,2
Organizaciones y Org. Extraterritoriales	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Ignorado	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Total	3.109	2.412	77,58	697	22,4	100,0

Fuente: INE, Censo de Población 2002

Los datos del censo muestran que, aunque el número de hombres y mujeres en edad de trabajar son similares, sólo un 22% de las mujeres se desarrolla en alguna de las ramas de actividad económica, por lo que es posible estimar una aún débil integración de la mujer al mercado de trabajo, situación que se observa además al considerar que cerca del 70% de las mujeres que conforman la PNEA total, realiza labores relacionados con quehaceres del hogar, confirmando la escasa integración de la mujer al trabajo fuera del hogar.

Sin perjuicio de lo anterior, al considerar la tasa de participación, es decir, la relación entre fuerza de trabajo y población de 15 años, se aprecia que Mejillones presenta una relación mayor que el nivel regional y nacional, lo que podría relacionarse con una mejor integración de la mujer al mercado de trabajo o a la presencia de mayor población adulta en edad de trabajar.

Tabla SC-7
Población Económicamente Activa, 2002 (%)

Nivel	Pob. 15 años y más	P.E.A. Total	Ocupados	Desocupados	Buscan trabajo por primera vez	Tasa Participación
Comuna de Mejillones	6.068	3.529	88,1	11,0	0,9	58,1
Provincia de Antofagasta	236.356	128.413	89,6	9,0	1,4	54,3
Región de Antofagasta	361.138	197.251	89,6	8,9	1,5	54,3
País	11.226.309	5.877.149	86,5	11,5	1,9	52,3

Fuente: INE, Censo de Población 2002

En el caso de los estudiantes, jubilados y pensionados no se observan diferencias considerables aunque es posible establecer que la comuna presenta una proporción levemente menor que el resto de los niveles administrativos. Justamente lo contrario sucede en lo que respecta a quehaceres de la casa, en donde la proporción comunal es algo mayor que el resto de niveles considerados.

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	53,6	24,7	12,8	1,1	8,0
Provincia de Antofagasta	107.943	45,2	29,8	14,2	1,3	9,6
Región de Antofagasta	163.887	47,6	27,5	13,1	1,3	10,5
País	5.349.160	48,5	24,2	15,8	2,0	9,5

Fuente: INE. Censo de Población 2002

4.5.5 Bienestar Social Básico

a) Vivienda

En cuanto a las condiciones de tenencia de la vivienda, un 70% de ellas se encuentran en la categoría denominada como “propias” (estas pueden estar pagadas o vías de serlo), un 19,8% se encuentran en una situación de arriendo y un 6,9% se encuentra en la categoría de cedidas, en usufructo u ocupación.

En comparación a lo observado en niveles administrativos superiores, no es posible establecer grandes diferencias que resaltar. La tabla SC-9 muestra porcentualmente la comparación entre los diversos niveles en relación a la forma de tenencia.

Tabla SC-9
Condición de Tenencia de la Vivienda (%)

Nivel	Viviendas Part. Ocupadas	Propia	Arrendada	Cedida	Gratuita
Comuna de Mejillones	1.880	67,6	19,8	6,9	5,7
Provincia de Antofagasta	71.000	70,7	20,1	4,0	5,2
Región de Antofagasta	111.731	66,8	20,2	7,7	5,3
País	3.899.448	72,5	17,7	4,7	5,1

Fuente: INE. Censo 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. 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-10
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	99,0	97,7
Región de Antofagasta	97,4	98,9	97,0
País	90,4	96,1	91,0

Fuente: INE. Censo de Población 2002

c) Acceso a la Educación

La tasa de analfabetismo, referida es de 1,2 persona por cada 100 habitantes residentes en la comuna. Desagregado por hombres, este valor sube a 1,6, siendo menor en las mujeres con un 0,7.

Los niveles de instrucción de la población son bastante heterogéneos al interior del área de estudio, sobre todo a medida que se aumenta el nivel de estudios con que la población cuenta. Buenos son los logros de cobertura que se presentan en la educación básica y media, lo que cambia notoriamente en la educación superior (Tabla SC-11).

Tabla SC-11
Nivel de Instrucción de la Población de 5 años y más (%)

Nivel	Nunca asistió	Pre-Básica y diferencial	Básica	Media	Superior
Comuna de Mejillones	1,1	0,7	30,3	51,7	16,2
Provincia de Antofagasta	1,0	1,1	22,8	48,6	26,5
Región de Antofagasta	1,2	1,2	23,4	49,1	25,1
País	2,9	1,7	31,4	43,7	20,4

Fuente: INE. Censo de Población 2002

Los niveles de instrucción de la población, indican buenos porcentajes de cobertura, sobre todo en el nivel básico y medio, incluso con valores mayores que el promedio regional. Sólo un 1,1% de la población mayor de 5 años nunca asistió a la escuela, correspondiendo en un porcentaje muy alto a población de 50 años y más.

Respecto al promedio de años de escolaridad la Tabla SC-12, representa la distribución de años de escolaridad de la población de 15 años y más. Este valor desagregado por sexo refleja una equiparidad entre hombres y mujeres, siendo el promedio de años de la población un 10,3. Esta cifra es un poco menor de la representada a nivel regional que alcanza a un promedio de 10,9 años.

Tabla SC-12
Promedio de Años de Escolaridad por Sexo

Nivel	Hombre	Mujer
Comuna de Mejillones	10,5	10,1
Región de Antofagasta	11,3	10,4

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 2000

Finalmente, se puede indicar que Mejillones cuenta con cinco establecimientos educacionales, 4 de ellos son de dependencia municipal. En conjunto representan la principal oferta comunal de educación prebásica y básica. El liceo por su parte, entrega educación media tanto de carácter científico humanista como técnico profesional.

Tabla SC-13
Infraestructura Educacional

Nivel	Municipal	Part. Subvencionado	Part. Pagado	Total
Comuna de Mejillones	4	1	0	5
Provincia de Antofagasta	59	34	23	116
Región de Antofagasta	120	65	33	218

Fuente: MINEDUC

d) Acceso a la salud

Respecto a la infraestructura de Salud con la que cuenta la Comuna de Mejillones esta corresponde a un hospital clasificado como de nivel 4, dependiente del Ministerio de Salud con una dotación 18 camas para atención. Adicional a este recinto asistencial existe un Consultorio de Atención Primaria, bajo la misma administración.

Los sectores de Hornitos y Michilla no registran infraestructura de salud, siendo remplazados por rondas médicas periódicas desde el centro asistencial de Mejillones.

Tabla SC-14
Número de Centros de Salud Públicos por Comuna

Nivel	Hospitales	Consultorios	Postas
Comuna de Mejillones	1	1	0
Provincia de Antofagasta	3	12	3
Región de Antofagasta	5	21	12

Fuente: MINSAL. Departamento de Estadísticas e Información de Salud, 2002

La cobertura y ubicación de los centros de salud públicos, demuestran claramente una elevada concentración de establecimientos en la provincia de Antofagasta ya que 4 de los 5 hospitales se encuentran en ella.

Considerando el sector privado, Mejillones cuenta con dos servicios de urgencias dependientes de la Asociación Chilena de Seguridad y Mutual de Seguridad.

En relación con la natalidad, la comuna tiene una tasa levemente inferior a la regional, pero superior a la nacional lo que concuerda con el dinamismo poblacional que también se aprecia en otros indicadores anteriormente descritos.

Tabla SC-15
Tasas de Natalidad y Mortalidad por Servicio de Salud y Comuna (por mil habitantes)

Nivel	Tasa Natalidad	Tasa Mortalidad General (2)	Tasa Mortalidad Infantil (3)
Comuna de Mejillones	17,8	4,0	0,0
Provincia de Antofagasta	19,5	5,9	8,9
Región de Antofagasta	18,4	5,0	9,3
País	16,1	5,2	7,8

Fuente: Anuario de Estadísticas Vitales del INE 2002 y Página Web Ministerio de Salud.

Notas:

(2) Tasas por mil habitantes

(3) Tasas por mil nacidos vivos

e) Desarrollo Humano

El año 2002, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo publicó los resultados de la investigación sobre desarrollo humano en las comunas de Chile.

Este índice, se construye analizando el comportamiento de diversos indicadores sociales, tales como la escolaridad, alfabetismo, mortalidad infantil, ingreso promedio per cápita de los hogares y la pobreza comunal en 333 comunas del país. Posteriormente se realiza una clasificación que permite evaluar el logro del desarrollo humano y que considera 6 posibles categorías. Estas son; muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo y sin información. ,

En la Tabla SC-16 se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología, en las comunas de la provincia de Antofagasta, indicando por un lado el Índice obtenido y por otro, el ranking que ocupa en relación al nivel nacional.

Tabla SC-16
Dimensiones del Índice de Desarrollo Humano por Comuna

Comunas Provincia Antofagasta	Salud		Educación		Ingreso		I.D.H.
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice
Antofagasta	0,665	238	0,868	13	0,750	24	Muy alto
Mejillones	0,708	137	0,801	71	0,673	64	Muy alto
Sierra Gorda	0,847	9	0,811	59	0,654	94	Muy alto
Taltal	0,635	277	0,790	88	0,627	123	Medio

Fuente: PNUD: Desarrollo Humano en las Comunas de Chile, 2000

Se puede destacar que la comuna de Mejillones se encuentra en el tercer lugar entre las 4 comunas de la Provincia, siendo superada por Antofagasta y Sierra Gorda. Este Índice confirma que la comuna en cuestión posee buenos indicadores en ingreso y educación, pero no lo es tanto para el ámbito de la salud, teniendo este tema pendiente en el sentido de poder mejorar su posición relativa tanto a nivel regional como nacional.

Tabla SC-17
Nivel de Logro del Índice Desarrollo Humano

Comunas Provincia Antofagasta	Desarrollo Humano	Ranking Nacional
Antofagasta	0,761	31
Mejillones	0,727	61
Sierra Gorda	0,771	27
Taltal	0,684	168

Fuente: PNUD: Desarrollo Humano en las Comunas de Chile, 2000.

En relación a la posición de la región de Antofagasta en el contexto nacional, ésta se sitúa en la cuarta posición de las 13 regiones del país y al desglosar de acuerdo a las dimensiones que se consideran para construir este índice, la región queda de la siguiente forma; en salud se encuentra novena, en educación primera y en ingreso cuarta.

f) La pobreza en la región

En relación con el ámbito social, a fines del año 2000, el Ministerio de Planificación y Cooperación realizó la octava Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, representativa de todos los hogares del país, tanto a nivel nacional como regional. En este contexto, las cifras entregadas a nivel nacional permiten situar a la Región de Antofagasta como la segunda con menos personas en condición de pobreza del país, contando con un 13,9% 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 62.732 personas, lo que equivale al 13,9% de la población total regional. Dentro de este grupo, la población en situación de indigencia es de 14.870 personas, equivalente a 3,3% de la población regional y un 10,6 clasificado como pobre no indigente.

Tabla SC-18
Población en Línea de Pobreza

Nivel	Población en Línea de Pobreza						
	Indigente		Pobre no Indigente		Total Pobre		No Pobre
	Número	%	Número	%	Número	%	Total
Comuna de Mejillones	299	4,4	1.091	16,0	1.391	20,3	5.450
Provincia de Antofagasta	9.578	3,6	27.429	10,2	37.007	13,8	230.706
Región de Antofagasta	14.870	3,3	47.862	10,6	62.732	13,9	389.831
País	849.169	5,7	2.231.883	14,9	3.081.052	20,6	11.852.501

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, CASEN 2000

Según los resultados de esta misma encuesta, los Ingresos Monetarios de los hogares de la II Región alcanzaron a \$617.856, mientras que los de la Comuna de Mejillones sólo alcanzan a \$ 480.151.

En términos conceptuales los indigentes se componen por personas que aunque dedicaran la totalidad de sus ingresos a comprar alimentos, no lograrían cubrir adecuadamente las necesidades nutricionales de sus integrantes. El promedio regional de indigencia es de un 3,3% por lo que la comuna de Mejillones, con un 4,4 de su población en esta categoría, se encuentra por sobre este promedio, pero en una posición mejor 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 16% de su población, la comuna tiene una proporción mayor que los niveles administrativos superiores, sobrepasando incluso porcentualmente el promedio país.

4.5.6 Organizaciones Comunitarias

De acuerdo a los registros municipales existen, 60 organizaciones comunitarias con vigencia, de las cuales 10 son de carácter territorial (Juntas de Vecinos) y 50 de son del tipo funcional, tal como puede observarse en la Tabla que se presenta a continuación.

Tabla SC-19
Organizaciones Comunitarias Comuna de Mejillones

Tipo de Organización	N° Registrado	N° Vigente
Junta de Vecinos/ Unión Comunal	13	10
Club/ Agrupación Deportiva	24	16
Centro de Madres	9	9
Grupo Cultural/ Artístico	8	6
Organización de Voluntariado	3	3
Grupo Scout	3	3
Grupo de Adulto Mayor	2	2
Organización Ligada a Enfermedad	2	2
Junta de Adelanto	2	1
Grupo Ecológico	2	1
Centro Juvenil	2	0
Grupo de Acogida	2	2
Soc. de Jubilados/ Montepiados	1	1
Soc. Religiosa	1	1
Taller Laboral	1	1
Grupo de Microempresarios	1	1
Centro de Ex - alumnos	1	1
Comité de Allegados	1	0
Otra	8	0
TOTAL	86	60

Al desagregar las organizaciones de acuerdo a las temáticas e intereses que las orientan, se aprecia el predominio de las agrupaciones y clubes deportivos (16), seguidos por las Juntas de Vecinos (10) y los Centros de Madres (9), reflejándose así la importancia de las organizaciones de tipo tradicional.

En lo que respecta a la localización geográfica de estas organizaciones, en un 88,3% se ubican en el centro urbano de Mejillones; solo 5 corresponden a la localidad de Michilla (8,3%) y 2 se encuentran en Hornitos (3,3%).

Tabla SC-20
Distribución de Localización de Organizaciones
Comunitarias Comuna de Mejillones

Lugar	Organizaciones Vigentes
Mejillones	53
Michilla	5
Hornitos	2
TOTAL	60

Por otra parte, si se consideran los datos disponibles en el Departamento de Desarrollo Comunitario sobre los socios de estas organizaciones, puede señalarse que se encuentran inscritas en ellas alrededor de 2.214 personas. No obstante, debe tenerse en cuenta que, en algunos casos, una misma persona participa en distintos grupos.

Las organizaciones que afirman tener mayor cantidad de socios, corresponden a los Clubes Deportivos y las Juntas de Vecinos, seguidas por los Centros de Madres.

Tabla SC-21
Cantidad de Organizaciones por Tipología Organizacional
Comuna de Mejillones

Tipo de Organización	Cantidad	N° de Socios
Club/ Agrupación Deportiva (Funcionales)	16	817
Juntas de Vecinos (Territoriales)	10	803
Centro de Madres (Funcionales)	9	137
Grupo Cultural/ Artístico (Funcionales)	6	105
Otras Organizaciones (Funcionales)	19	352
TOTAL	60	2.214

Finalmente, en materia de infraestructura surgen dos temas relevantes. En primer lugar, sólo 14 organizaciones indican contar con sedes sociales propias, mientras que el resto debe buscar otros lugares de reunión. Ante esta situación, se plantea un segundo comentario, vinculado a la importancia que adquieren las dependencias municipales y las casas de los integrantes para el trabajo de las organizaciones comunitarias.

4.5.7 Conclusiones

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

- La población total de la comuna de Mejillones, aumentó en 2.103 habitantes, lo que significa un crecimiento intercensal de 33%.
- Todas las comunas pierden población rural, aunque Mejillones sigue manteniendo una proporción considerable dentro de esta categoría. Por otro lado todas las comunas ganan población urbana.

- La densidad de población tiene una distribución muy heterogénea en el área de estudio, pudiendo ser considerada baja para todas las comunas.
- La estructura de la población por sexos, muestra elevados índices de masculinidad en todas las comunas y niveles estudiados.
- La estructura de la población por sexo, indica la mayor presencia de hombres que mujeres, situación que se hace más notoria al desagregar en población urbana y rural.
- La mayor parte de la población no económicamente activa está constituida por mujeres que realizan quehaceres de casa.
- Cerca del 40% de la fuerza de trabajo labora en actividades de servicios. Claramente deficitarios son los empleos que genera la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.
- En relación a los servicios básicos se puede establecer que Mejillones presenta buenas coberturas, las que son superiores al nivel nacional.
- 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.
- La indigencia en Mejillones es más baja que el nivel nacional, pero más alta que en la región y en la provincia. En relación a la condición de pobreza, se experimenta un comportamiento similar.
- 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.

4.6 LÍNEA BASE DEL MEDIO AMBIENTE CULTURAL

4.6.1 Introducción

El presente acápite describe la caracterización en terreno de la Línea de Base del Patrimonio Cultural de los recursos existentes en el área de influencia del mismo.

El proyecto a evaluar se ubicará en la II Región, comuna de Mejillones. El componente ambiental patrimonial se subdivide en elementos de carácter paleontológico, arqueológico, histórico, antropológico, religioso y monumental, los cuales fueron identificados y descritos en forma detallada.

En resumen, el estudio de los recursos patrimoniales previo a la ejecución de proyectos de infraestructura, considera verificar en terreno que las obras a realizar no pondrán en riesgo la integridad y conservación de ningún monumento u objeto patrimonial de la nación, en virtud de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales (artículos 1°, 9°, 11°, 12°, 13°, 21°, 22°, 23°, 26° y 38°), de la Ley Indígena 19.253 (Artículos 29° Letra c y 39° Letra i) y de la Ley 19.300 del Medio Ambiente (Artículo 11° Letra f).

4.6.2 Objetivo General

Caracterizar la Línea de Base del Patrimonio Cultural al identificar, inventariar y describir el estado actual en que se encuentran los elementos que serán afectados directa o indirectamente por la realización del proyecto.

4.6.3 Objetivos específicos

- Determinar el AID del proyecto.
- Visita y reconocimiento visual del terreno.
- Identificación de elementos patrimoniales.
- Elaboración de Informe escrito con referencias de carácter visual y georeferencial
- Determinar medidas de mitigación pertinentes, de acuerdo con la ubicación y grado de alteración que sufrirán los elementos identificados.

Los criterios para la especificación de la relevancia e importancia de los recursos culturales (arqueológicos, históricos o antropológicos), en términos comparativos, determina su clasificación y considera la **implementación de medidas de mitigación**, en términos de:

- Preservación: no se interviene el patrimonio y queda tal como se encontró originalmente.
- Protección: se establecen medidas de delimitación, enrejado, etc. Para impedir, momentáneamente o a largo plazo, el paso de personas por el lugar.
- Conservación: se aplican elementos externos que permitan la perduración del patrimonio (arquitectónicos, resinas, químicos, etc.)
- Investigación: se inicia un proyecto de investigación que permita conocer más acerca del sitio
- Exhibición: se permite y además se incentiva la visita de personas al lugar (con infraestructura acorde).
- Traslado: se lleva a un museo (plaza u otro lugar de exhibición o resguardo), por tratarse de un bien mueble.
- Monitoreo: se establecen parámetros de medición para determinar la alteración del bien en caso de producirse y se aplican con una cierta periodicidad.
- Administración y/o puesta en valor: considera las medidas anteriores bajo un plan de trabajo preciso.
- Rescate: luego de sondear el terreno se considera la excavación de una superficie representativa del sitio

4.6.4 Metodología

a) Recopilación de antecedentes, en gabinete, a partir de fuentes documentales

Revisión bibliográfica: recopilación de referencias acerca de la existencia de sitios arqueológicos e históricos identificados en el área de estudio. Comprende consulta de documentación histórica, Congresos de Arqueología y Antropología, monografías, revistas especializadas y publicaciones regionales. Ubicación de restos arqueológicos en las cuencas priorizadas. Subsecretaría de Obras Públicas. Unidad Técnica del Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas. Relaciones de Monumentos Nacionales. Dirección de Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas. (Octubre, 1994). Informes de Proyectos Fondecyt (Centro de Documentación Conicyt).

b) Visita de terreno al lugar donde se desarrollará el proyecto identificando áreas de impacto directo e indirecto:

- Inspección de la superficie de los terrenos a ser afectados. En lo que respecta al trabajo de campo se privilegió el recorrido a pie sobre el terreno.
- Eventualmente (sólo si los resultados son positivos serán descritos), entrevista a pobladores del área y consulta a Carabineros ante posibilidad de denuncia de hallazgos (procedimiento estipulado en artículo 26º de la Ley 17.288).
- En caso de encontrarse con colecciones particulares, se considera pertinente fotografiar los objetos y consignar sus actuales propietarios.
- Detección e identificación de evidencias culturales en superficie.
- Cálculo estimado de la superficie de los yacimientos, midiendo un cuadrángulo que abarque la mayor parte de las evidencias.
- Registro fotográfico de evidencias culturales *in situ* y su entorno inmediato. Se hace presente que en la etapa de inspección preliminar no se realiza recolección superficial.
- Georeferenciación en coordenadas UTM (uso de G.P.S). Traspaso a planos de ingeniería (1:5000) y cartas geográficas (1:50000).

c) Categorías de análisis:

- En la metodología se considera sectorizar de acuerdo con espacios de terreno con características homogéneas.
- Cada sector o subsector cuenta con un punto de referencia, para la caracterización general y la fotografía correspondiente, consignado en coordenadas UTM y el datum WGS 84.

- La visibilidad ha sido dividida en cuatro categorías para lo cual era necesario apreciar, en un metro cuadrado como muestra representativa, las características propias del terreno en su totalidad:

Entre 0 y 25% se considera Mínima.
Entre 50 y 75% se considera Media.

Entre 25 y 50% se considera Baja.
Entre 75 y 100% se considera Alta.

- Pendiente

Entre 0 y 10° = Semiplano.
Entre 20° y 45° = Muy inclinado

Entre 10° y 20° = Inclinado.
Sobre 45° = Abrupto.

- Se consideraron los aspectos postdepositacionales que pudieron afectar la probabilidad de encuentro, ya sean éstos de origen natural o antrópico.
- Distancia entre transectas: Se establecieron transectas con un distanciamiento de 50 m.

Cabe destacar que se realizó una segunda campaña de terreno entre los días 4 y 5 de mayo del 2006. Esta campaña permitió evaluar el área del sector de Vertedero de Cenizas y Escorias.

La técnica de evaluación consistió en una inspección pedestre, con una intensidad determinada por la realización de transectas paralelas lineales y zigzagueantes separadas por 20 m, de esta manera se recorrió la totalidad del AID. Como medida complementaria, se realizaron inspecciones dirigidas a perfiles expuestos, huellas, calicatas del estudio de suelos y zonas erosionadas.

4.6.5 Resultados

a) Revisión Bibliográfica:

El primer antecedente a considerar corresponde a las referencias bibliográficas de estudios arqueológicos, realizados con anterioridad en el área. Al respecto, la revisión de la literatura no menciona el hallazgo de restos arqueológicos terrestres en las cercanías del emplazamiento del proyecto.

El pecio registrado en la Bahía de Mejillones, denominado El San Martín (también llamado por los textos como el “Galeón Español”), se ubica al norte de las actuales instalaciones del Terminal 1 del Complejo Portuario Mejillones (Puerto Angamos), a unos 10 km del lugar donde se desarrollará el presente proyecto.

“La primera valoración de las características constructivas del pecio (quilla de 30 m, cuadernas de 33 x 25 cm., timón de 6,5 m de longitud) y de los elementos materiales (fragmentos de cerámica vidriada en blanco, cerámica decorada en azul, fragmentos de objetos de vidrio, restos óseos animales, balas de plomo y platos de metal) apuntan a una cronología del siglo XVIII para un navío capaz de desplazar entre 500 y 600 T y artillado con 60 o 70 cañones, lo que posteriormente se vería corroborado por la documentación de archivo” (Pujante, P y Flandes, E. 1997).

Se concluye que los restos del pecio corresponden a un navío construido en el Astillero de Pasajes, San Sebastián, en 1747, por encargo de la Real Compañía de La Habana. El naufragio tuvo lugar en 1759, cuando realizaba el trayecto de regreso a España desde el puerto del Callao.

Habiéndose consultado textos específicos (El proyecto Bahía Mejillones: balance de una intervención subacuática en Chile”. Pedro Pujante y Eva Flandes; Actas XIV Congreso Nacional de Arqueología Chilena. 1997. y “Estudio de Impacto Ambiental Megapuerto de Mejillones”) no se encontraron sitios en las cercanías del proyecto.

b) Inspección del Terreno

Con fecha 4 de noviembre de 2005, se visitó el sector destinado a la implementación del Proyecto Central Térmica Andino, caracterizando la Línea de Base del Patrimonio Cultural de los recursos existentes en el área de influencia del mismo. El proyecto se ubica en la Segunda Región, comuna de Mejillones.

Se revisó el total de la superficie del terreno a ser afectada, ubicada entre la actual propiedad de la empresa Edelnor S.A., el camino litoral (Avda. Chacaya) y la propiedad de la Empresa Molycop. El terreno corresponde principalmente un plano compuesto de arenas. Ver Figura ARQ-1.

Se definió como área de impacto directo (AID) el terreno de 300 m de ancho por 500 m de largo. El área de impacto indirecto (AII), corresponde a una franja litoral de 300 m de largo, ubicada al poniente de la Avda. Chacaya. Se aplicaron 6 transectas de prospección, con 50 m de separación, a saber:

- ✓ Coordenadas UTM: (Datum WGS 84)

Vértice SE: 7.445.763 N – 355.902 E Vértice NE: 7.446.011 N – 356.320 E
Vértice SO: 7.446.237 N – 355.669 E Vértice NO: 7.446.460 N – 356.072 E

- ✓ Superficie total: 150.000 m².
- ✓ Visibilidad: Alta (entre 75 % y 100 %)
- ✓ Pendiente: Semiplano.
- ✓ Tiempo destinado a la revisión: 8 horas.
- ✓ Transectas: 6 con 50 m de separación.

Observaciones: El terreno ubicado entre dos propiedades industriales se encuentra altamente intervenido por la presencia por dos gasoductos (Foto ARQ-1) y un tendido eléctrico (Foto ARQ-2). Además, de los trabajos de nivelación realizados en la etapa de construcción de la actual central en operación.



Foto ARQ-1



Foto ARQ-2

En superficie se pudo observar fragmentos de conchas (especialmente machas y ostiones), los que han sido dispersos por la intervención antes mencionada. Las conchas se encontraban originalmente como concreciones producto de embancamientos naturales (Foto ARQ-3).

Se revisó igualmente la línea litoral, observándose en el perfil de la primera terraza estratos de aproximadamente 3 m de conchas de ostiones principalmente (Foto ARQ-4). Por su parte la playa no supera los 15 m de ancho con lo cual la marea alta la cubre en su totalidad. Este hecho dificulta la habitabilidad humana del lugar.



Foto ARQ-3



Foto ARQ-4

En la revisión de la superficie del terreno, correspondiente al lugar donde se emplazará el proyecto, no se encontraron elementos culturales (arqueológico-históricos) o paleontológicos.

El área prospectada en la segunda campaña de terreno se encuentra en una planicie desértica e inhabitada que forma parte de “La Pampa de Mejillones” al sur de la bahía de Mejillones. Ver Figura ARQ-1. Este es un terreno fiscal vacuo de aproximadamente 80 hectáreas, los límites del AID se circunscriben en los siguientes vértices:

Tabla ARQ-1
Ubicación área destinada a Vertedero de
Cenizas y Escorias

COORDENADAS UTM PSAD 56		
Vértice	ESTE	NORTE
G	356.395	74.42.314
F	356.991	74.42.269
N1	357.069	74.40.929
N2	356.470	74.40.972

El terreno prospectado se encuentra sobre una planicie litoral antigua, formada por densos estratos de conchales naturales, los que se extienden en toda la llanura. Las características del área permitieron contar con excelentes condiciones de visibilidad y acceso. Las Fotos ARQ-5 y ARQ-6 corresponde al sector prospectado en donde se verifican las características mencionadas anteriormente.



Foto ARQ-5
Emplazamiento del sector evaluado para
vertedero de cenizas y escorias



Foto ARQ-6
Emplazamiento del sector evaluado para
vertedero de cenizas y escorias

4.6.6 Resumen

A fin de realizar una síntesis ordenada de la caracterización realizada en terreno, a continuación, se especifica cada componente del Patrimonio Cultural en forma particular:

Patrimonio histórico: Sitios de carácter habitacional, funerario o ceremonial, que se encuentran temporalmente situados en la época post-hispánica

No se encontraron vestigios protegidos por ley en el AID del proyecto.

Patrimonio antropoarqueológico: Objetos de data imprecisa o desconocida que han sido realizados por el hombre y que poseen un valor cultural de relevancia.

Los mencionados elementos se encuentran ausentes en el terreno revisado.

Patrimonio arqueológico: Sitios de carácter habitacional, funerario o ceremonial, que se encuentran temporalmente situados en la época pre-hispánica

En la visita a terreno no se encontraron dichos elementos.

Patrimonio paleontológico: Yacimientos o piezas correspondientes a restos mineralizados de organismos de épocas geológicas.

Los descritos vestigios se encuentran ausentes en la superficie del terreno inspeccionado.

Patrimonio religioso: Manifestaciones culturales, propias de algún credo religioso. Como por ejemplo, lugares de culto o peregrinación.

No se identificaron en el área de influencia del proyecto.

Caracterización de Monumentos Nacionales: Son Monumentos Históricos los declarados como tales por decreto supremo, dictados a solicitud y previo acuerdo del Consejo. Por el solo ministerio de la ley son Monumentos Arqueológicos los yacimientos o piezas que se encuentren sobre o bajo la superficie del territorio nacional, incluyéndose las piezas paleontológicas.

No se encuentran Monumentos Históricos en el lugar del proyecto.

4.6.7 Conclusiones

Habiéndose realizado la Línea de Base del Patrimonio Cultural, se ha determinado la ausencia de elementos de carácter arqueológico, paleontológico, histórico y/o antropológico en el área de influencia del proyecto.

Sin perjuicio de lo anterior, ante la eventual aparición de restos culturales, durante la ejecución de las obras, debe procederse en conformidad a lo dispuesto por la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales, dando oportuno aviso a las autoridades competentes.

4.6.8 Bibliografía

BITTMANN, B. 1984 “El Proyecto Cobija: investigaciones antropológicas en la costa del Desierto de Atacama”. Simposio Culturas Atacameñas. *44º Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 99-146. Manchester.

BUSTOS, V. 1974 “Chacaya II, una aldea temprana, sin agricultura y sin cerámica. *Arqueología* Serie 2, Antofagasta.

CÁCERES, I. 1998 “Línea de base arqueológica”. Proyecto Gasoducto Taltal, Mejillones-Paposo, II Región. Gasoducto Taltal Ltda. *Centro de Documentación CMN*. Santiago.

GALLARDO F. Y L. CORNEJO. 1986. El diseño de la Prospección arqueológica: un caso de estudio. *Chungará* 16-17: 409-420.

HERRERA, J. 2004 “Las sociedades costeras tardías en la península de Mejillones y el litoral de Antofagasta, norte de Chile”. *Actas del XV Congreso de Arqueología Chilena, Chungara* Volumen Especial, Tomo II, pp. 543-546. Arica.

HIDALGO J. et al Ed. Prehistoria. Culturas de Chile. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Editorial Andrés Bello. 1989

LLAGOSTERA, A. 1989 “Caza y pesca marítima”. *Culturas de Chile. Prehistoria: desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*. Editado por J. Hidalgo et al., Cap. IV, pp. 57-80. Editorial Andrés Bello, Santiago.

LLAGOSTERA, A. 1997 “Análisis ictioarqueológico del sitio La Chimba 13” (II región, Chile). *Chungara* Vol.29 n° 2:163-179.

MAVRAKIS, R., C. CASTELLÓN Y P. ROJAS 2003 “Hallazgo de un cuerpo perteneciente al Período Medio o Clásico Rescatado desde Punta de Angamos, Comuna de Mejillones (Informe - Inventario)”. Manuscrito en posesión de los autores.

MONTANDÓN R. y S. Pirotte. Monumentos Nacionales de Chile (225 fichas). Dirección de Arquitectura - MOP y Consejo de Monumentos Nacionales – MINEDUC. 1998. 2ª Edic.

SCHAEDEL, R. 1957 *Arqueología Chilena: contribuciones al estudio de la región comprendida entre Arica y La Serena*. Centro de Estudios Antropológicos, Universidad de Chile. Santiago.

TAMBLAY, J. 2004 “Impacto ambiental arqueológico en la región de Antofagasta”. *Actas del XV Congreso de Arqueología Chilena, Chungara* Volumen Especial, Tomo I, pp. 523-530. Arica.

Ubicación de restos arqueológicos en las cuencas priorizadas. Subsecretaría de Obras Públicas. Unidad Técnica del Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas.