

## CONTENIDO

SECCIÓN	PAGINA
<b>4.0 CALIDAD AMBIENTAL .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Aire .....	4-1
4.1.1 Fuentes Existentes de Contaminación del Aire.....	4-1
4.1.2 Sitios de Muestreo, Parámetros y Métodos.....	4-2
4.1.3 Resultados del Monitoreo .....	4-5
4.2 Ruido.....	4-7
4.2.1 Sitios de Medición y Método Empleado .....	4-7
4.2.2 Reglamentaciones y Criterios concernientes al Ruido .....	4-9
4.3 Suelo .....	4-11
4.3.1 Sitios de Muestreo, Parámetros y Métodos.....	4-11
4.3.2 Resultados y Análisis .....	4-12
4.4 Agua Marina .....	4-14
4.4.1 Estaciones de Muestreo y Parámetros de Monitoreo .....	4-14
4.4.2 Resultados y Análisis .....	4-16
4.5 Sedimentos Marinos.....	4-19
4.5.1 Estaciones de Muestreo y Parámetros de Monitoreo .....	4-19
4.5.2 Resultados y Análisis .....	4-21

### LISTA DE TABLAS

Tabla 4-1. Coordenadas de los Sitios de Muestreo de Calidad de Aire .....	4-24
Tabla 4-2. Parámetros y Métodos Analíticos empleados para el Muestreo de Calidad de Aire .....	4-24
Tabla 4-3. Resultados del Muestreo de Calidad de Aire.....	4-24
Tabla 4-4. Parámetros Meteorológicos del Muestreo de Calidad de Aire .....	4-25
Tabla 4-5. Coordenadas de los sitios de medición de ruido.....	4-27

Tabla 4-6. Valores LEQ registrados en cada una de los sitios de Medición de Ruido. ....	4-27
Tabla 4-7. Coordenadas de los Sitios de Muestreo de Suelo .....	4-28
Tabla 4-8. Parámetros y Métodos Analíticos Empleados para el Muestreo de Suelo.....	4-28
Tabla 4-9. Resultados del Muestreo de Suelo .....	4-29
Tabla 4-10. Coordenadas y Profundidades de las Estaciones de Muestreo de Agua Marina .....	4-29
Tabla 4-11. Parámetros y Método Analítico para Agua Marina .....	4-30
Tabla 4-12. Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Otoño, 2002).....	4-31
Tabla 4-13. Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Primavera, 2002).....	4-34
Tabla 4-14. Coordenadas y Profundidades de las Estaciones de Muestreo de Sedimentos Marinos.....	4-36
Tabla 4-15. Parámetros y Métodos Analíticos para Sedimentos Marinos .....	4-36
Tabla 4-16. Estadística de los Resultados de Análisis de Sedimentos (Otoño, 2002) .....	4-37
Tabla 4-17. Estadística de los Resultados de Análisis de Sedimentos (Primavera, 2002).....	4-38

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 4.1:	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitio 1 – 24 horas 15 min. SPL
Figura 4.2	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitio 2 – 24 horas 15 min. SPL
Figura 4.3:	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitio 3 – 24 horas 15 min. SPL
Figura 4.4:	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitio 4 – 24 horas 15 min. SPL
Figura 4.5:	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitio 5 – 24 horas 15 min. SPL
Figura 4.6:	Medición de Ruido Pampa Melchorita Sitios 1, 2, 3 – 24 horas 15 min. SPL

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa EQ 01. Estaciones de Muestreo Terrestre (Aire, Ruido y Suelo)

Mapa EQ 02 Estaciones de Muestreo Marino (Agua Marina y Sedimentos)

## **4.0 CALIDAD AMBIENTAL**

Esta sección describe diversos estudios que fueron realizados para evaluar y describir las condiciones actuales o de línea base del medio ambiente que podrían ser afectadas por este Proyecto. La evaluación de las condiciones actuales en el área de estudio se enfocan principalmente en comprobar la presencia de contaminantes atmosféricos, niveles de ruido, contaminantes en el suelo, el agua y los sedimentos marinos, seleccionando parámetros comúnmente relacionados con operaciones industriales y de acuerdo con las normas peruanas e internacionales. El área de estudio comprende una amplia terraza antigua costera ubicada al sur del valle del río Cañete. Esta pampa costanera, fisiográficamente presenta características de desierto con planicies y colinas bajas (dunas). La altura aproximada de esta terraza es de 160 m y se encuentra delimitada al oeste por un acantilado costero, al este por la carretera Panamericana sur y hacia el norte y sur respectivamente por planicies y colinas de similares características a las indicadas anteriormente.

La porción marina del área de estudio, corresponde a la proyección de la instalación portuaria sobre el Océano Pacífico, desde la línea de costa hasta la cota de profundidad de 16 m, localizada aproximadamente a 2,5 kilómetros de la costa en dirección suroeste.

Los vientos presentan un patrón general de tendencia sur-suroeste a nor-noreste, producto de las características fisiográficas y oceanográficas propias del área de estudio. La humedad relativa del área varía entre el 82% y el 88%, con valores mínimos registrados durante el verano y máximos durante el invierno.

El sistema de corrientes que predomina en el área de estudio presenta una marcada orientación sur-norte, derivada principalmente de la influencia que representa localmente la corriente de Humboldt de orientación general S-NNO.

### **4.1 Aire**

#### **4.1.1 Fuentes Existentes de Contaminación del Aire**

El Proyecto propuesto de exportación de GNL está ubicado en un área rural no desarrollada de Pampa Melchorita, la zona del área de estudio no cuenta con presencia de usuarios industriales y las áreas residenciales más cercanas se encuentran a aproximadamente 4 km al sur del área del Proyecto. La carretera Panamericana Sur, ubicada al oeste del Proyecto es la única fuente de emisiones fugitivas

producidas por el tráfico de vehículos. La calidad de aire existente en el sitio es considerada representativa del área donde la principal fuente de contaminación del aire está relacionada predominantemente con una carretera principal y el material particulado transportado por el aire originado por sedimentos llevados por el viento.

#### **4.1.2 Sitios de Muestreo, Parámetros y Métodos**

Para determinar la calidad del aire de línea base en el área de estudio se establecieron cuatro (4) estaciones de monitoreo durante periodos de 24 horas consecutivas en promedio. El estudio incluyó el muestro de material particulado de menos de 10 micrones ( $PM_{10}$ ), compuestos orgánicos volátiles no metanos (VOC) dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre ( $SO_2$ ). La ubicación de estas cuatro estaciones de muestreo fue seleccionada en base a la dirección predominante del viento. Dos estaciones de monitoreo fueron ubicadas contra el viento y las otras dos a favor del viento de las instalaciones propuestas. En el Mapa EQ-01 se señala la ubicación de estas estaciones de muestreo y sus coordenadas respectivas se presentan en la Tabla 4-1. Los estudios de monitoreo de la calidad del aire fueron realizados en Julio del 2002. Los parámetros seleccionados para la determinación de la calidad del aire y los métodos analíticos para su evaluación se presentan en la Tabla 4-2; estos parámetros se establecieron de acuerdo con el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, publicado en Junio 24 del 2001 y con las normas aceptadas internacionalmente.

#### **Metodología de Monitoreo**

En la Tabla 4-3 se resume los datos de monitoreo de la calidad del aire recolectados en el área del Proyecto y en la Tabla 4-4 se presenta las condiciones ambientales presentados durante el estudio de la calidad del aire. Los niveles para  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ , y  $NO_2$  son compatibles con las concentraciones naturales para las áreas rurales y son representativas de la buena calidad de aire. Los contaminantes fueron monitoreados de acuerdo con la metodología presentada en la siguiente sección. Los detalles de los datos recolectados y la calibración de los equipos de monitoreo de  $PM_{10}$  son presentados en el Anexo 2.

Para el análisis de las muestras se emplearon las instalaciones del laboratorio ENVIROLAB, laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de la Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Resolución No.0054-2001/INDECOPI-CRT), organismo de acreditación en el Perú.

### ***PM 10 e Hidrocarburos No Metanos***

El muestreo del material particulado menor a 10  $\mu\text{m}$  (PM-10) y de Hidrocarburos no metanos se realizó mediante el empleo de un instrumento muestreador PM – 2.5 (Partisol FRM Modelo 2000 de Rupprecht & Patashnick Co. Inc. Homologado por ANSI Z540). El certificado de calibración de este instrumento se incluye en el Anexo 2.

Este muestreador de aire opera a un tasa de flujo de volumen bajo de 16.7 litros por minuto y tiene un límite de detección de 10 a 15 microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de la masa total recolectada. Cada fracción del tamaño menor a 10  $\mu\text{m}$  pasa a la placa colectora y es colectada sobre un filtro separador de fibra de cuarzo. El filtro es colectado en un portafiltros para su posterior pesado en el laboratorio mediante una balanza analítica de precisión 0.1 mg. El filtro es pesado antes y después de su uso para determinar la ganancia de peso (masa) neto. Las velocidades de flujo promedio de las muestras antes y después fueron corregidas para estimar la presión atmosférica local y las temperaturas reales medidas. Las concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  son reportadas en microgramos por metros cúbicos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en base a la división de la masa recolectada en cada filtro por el volumen de muestra total. El volumen de muestra es corregido a la temperatura estándar y a las condiciones de presión.

El equipo de muestreo de aire y el filtro fueron instalados para proteger el filtro de la precipitación, insectos y otros factores que podrían alterar la calidad de la muestra en el filtro. El generador empleado como fuente de poder para el equipo está ubicado lejos del cabezal muestreador para minimizar los efectos potenciales de las emisiones del generador en el filtro y en la calidad de la muestra.

### ***$\text{NO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{CO}$ y $\text{SO}_2$***

Para el muestreo y captación de los gases de interés se empleo un sistema o tren de muestreo mecánico, mediante el cual se someten a un burbujeo controlado las soluciones absorbentes específicas para cada uno de los gases de interés a muestrear, las cuales son químicamente alteradas en presencia del contaminante.

Estas soluciones iniciales son colocadas en tubos de muestreo separados y las muestras de aire son retiradas a través de las soluciones empleando una bomba de aire con medición. El uso específico de un tren de muestreo con burbujeo se basa en el conocimiento que una combinación de burbujeo,

absorbente y velocidad de flujo lograrán que la recolección tenga una eficiencia aceptable. El sistema de muestreo mecánico empleado consistió en los siguientes:

- Bomba de succión de aire marca Orion,
- Rotámetro Cole Parmer, rango 0 a 2 L/min,
- Filtro de aire,
- Mangueras de conexión de Teflón,
- Probetas de Muestreo Pyrex de 100 mL,

Además del tren de muestreo utilizando burbujeo, se recolectó datos atmosféricos locales empleando:

- Barómetro-Termómetro Digital Biochemical Instruments S.R.L.,
- Veleta,
- Cronometro,
- Planta eléctrica.

El burbujeo controlado en las soluciones absorbentes se realizó mediante un flujo determinado de volumen de aire y de tiempo total de burbujeo, específico para cada una de las muestras de gas de la siguiente manera:

Para el muestreo de NO<sub>2</sub>, se colocó 50 ml de ácido sulfanílico en el tubo de absorción y el flujo de aire se reguló de 0.19 L/min. A 0.2 L/min mediante un rotámetro diferencial al final de la tubería de conexión a la solución absorbente de la muestra. El tiempo total de burbujeo fue de 24 horas para cada una de las muestras. La muestra se colectó en un recipiente de plástico y fue preservada en frío para su posterior análisis en el laboratorio. El flujo inicial y final se registraron a efectos de estimar el flujo promedio en cada una de las muestras.

Para el muestreo de H<sub>2</sub>S, se colocó 50 ml de una suspensión de hidróxido de cadmio en disolución alcalina en el tubo de absorción a un flujo de aire de 1 L/min. El tiempo de muestreo fue de 3 horas. La muestra se colectó en un recipiente de plástico y fue preservada en frío para su posterior análisis al laboratorio.

Para el muestreo de SO<sub>2</sub>, se colocó 50 ml de disolución absorbente de tetracloromercurato de sodio 0.04M en el tubo de absorción y mediante un rotámetro se ajustó el flujo de aire entre 0.2-0.25 L/min

durante el tiempo total de muestreo de 24 horas. La muestra se colectó en un recipiente de plástico y fue preservada en frío para su posterior análisis en el laboratorio.

Para el muestreo de CO, se colocó 10 ml de la solución obtenida de la siguiente mezcla: 20 ml de ácido p-sulfaminobenzoico con 20ml de nitrato de plata 0.1M y 10 ml de NaOH 0.1M, en un matraz la cual se hizo burbujear al aire atmosférico a un flujo de muestreo de 1 L/min por un tiempo de 8 hrs. La muestra se colectó en un recipiente de plástico y fue preservada en frío para su posterior análisis en el laboratorio.

Durante todos estos muestreos se registraron y verificaron el flujo de aire para cada parámetro y los parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa, presión, velocidad y dirección del viento.

#### **4.1.3 Resultados del Monitoreo**

En la Tabla 4-3 se presenta un resumen de los datos de monitoreo de la calidad de aire recolectados en el área del proyecto junto con las guías y estándares ambientales aplicables aprobados por el Perú y el Banco Mundial (Pollution Prevention and Abatement Handbook, WORLD BANK GROUP) para la calidad del aire. Los niveles para PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>2</sub> son consistentes con las concentraciones de referencia para áreas rurales y son representativas de la buena calidad del aire. Los contaminantes son monitoreados de acuerdo con la metodología presentada en la siguiente sección. Los detalles de los datos recolectados y la calibración de los equipos de monitoreo del PM<sub>10</sub> son presentadas en el Anexo 2.

Los resultados del monitoreo de la calidad de aire de línea base son discutidos a continuación y son comparados con los estándares de calidad de aire ambientales empleados:

##### ***Material Particulado (PM<sub>10</sub>)***

Tal como se muestra en la Tabla 4-3, la concentración máxima de referencia de la calidad de aire ambiental de PM<sub>10</sub> durante un promedio de 24 registrada en el área del Proyecto varió entre 33 µg/m<sup>3</sup> y 71 µg/m<sup>3</sup>. La concentración de referencia de 71 µg/m<sup>3</sup> cumple con las normas peruanas (150 µg/m<sup>3</sup>); sin embargo, está sobre 70 µg/m<sup>3</sup>, valor recomendado por el Banco Mundial. Las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub> fueron medidos en las estaciones AM-01 (62 µg/m<sup>3</sup>) y AM-03 (71µg/m<sup>3</sup>). Estas estaciones de monitoreo fueron ubicadas en áreas relativamente planas cerca de

cerros que proporcionaron poca protección contra material particulado transportada por el viento proveniente de la costa. La alta concentración de material particulado es común a lo largo de la costa peruana, de acuerdo con la base de data ambiental de la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas del Perú. Las concentraciones anuales de  $PM_{10}$  registradas en el Puerto de Ilo (ubicada a 1,000 km al sur, aproximadamente) variaron hasta  $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con una concentración promedio de 70 a  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y hasta  $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el Callao con un promedio anual que comprende desde 80 a  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Estas estaciones son ubicadas contra el viento del proyecto propuesto.

### ***Monóxido de Carbono***

Como se presentó en la Tabla 4-3, la concentración máxima de referencia de la calidad de aire ambiental con respecto al CO durante un promedio de 24 horas registrado en el área del proyecto fue de  $381 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación AM-02 y de  $390 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación de AM-04. Ambas estaciones fueron ubicadas en áreas elevadas del sitio y probablemente están influenciados por emisiones producidas por los vehículos que viajan por la carretera Panamericana Sur ubicada al este del Proyecto. Las concentraciones de referencia de CO registrados están por debajo de los estándares peruanos de calidad de aire ambiental para un periodo de 24 horas ( $30\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El Banco Mundial no tiene una guía para concentraciones ambientales de CO para un periodo de 24 horas.

### ***Óxido de Nitrógeno***

Se registró que la concentración máxima de línea base de la calidad de aire ambiental con respecto al  $\text{NO}_2$  en el área del Proyecto estaba por debajo del límite de detección del laboratorio ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con excepción de las concentraciones de  $\text{NO}_2$  registradas en la estación de monitoreo AM-01 que fue de  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El estándar peruano para la calidad de aire ambiental durante un periodo de 24 horas es de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y la Guía del Banco Mundial es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### ***Dióxido de Azufre***

Todas las concentraciones de línea base de  $\text{SO}_2$  registradas estuvieron por debajo del límite de detección del laboratorio ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El estándar peruano de calidad de aire ambiental para  $\text{SO}_2$  es de  $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y la guía del Banco Mundial es de  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### ***Hidrocarburo No Metano (HCNM) y Sulfuro de Hidrógeno***

La concentración de la calidad de aire ambiental para un periodo de 24 horas registrada para HCNM y H<sub>2</sub>S estuvo por debajo del límite de detección del laboratorio (1 µg/m<sup>3</sup> para HCNM y 3 µg/m<sup>3</sup> para H<sub>2</sub>S). Ni el Perú ni el Banco Mundial tiene estándares de calidad del aire o guías para HCNM y concentraciones de H<sub>2</sub>S.

## **4.2 Ruido**

El ruido está definido como la intensidad, duración y carácter de los sonidos no deseados o molestos provenientes de las actividades antrópicas, que pueden afectar la salud o el bienestar de los trabajadores y el público en general. El nivel del impacto está relacionado con la magnitud del ruido, el cual está referido como el nivel de presión de sonido (NPS) y medido en decibeles (dB).

Los decibeles son calculados como la función logarítmica del NPS en el aire a una presión de sonido referencial, que es considerada como el umbral auditivo, o:

$$\text{NPS} = 20 \log_{10} (\text{Pe}/\text{Po})$$

Donde: Pe = presión de sonido medida de la onda sonora en micropascales (µPa), y

Po = presión de sonido referencial de 20 µPa.

Para medir el efecto de cómo el oído humano percibe la presión del sonido, en niveles de moderado a bajos, la banda de frecuencia de octavas (pitch), medida en ciclos por segundo o hertz, se ajusta o pondera. Una de las ponderaciones de frecuencia más comúnmente empleadas es la ponderación-A (dBA), que ajusta las medidas a la respuesta aproximada del oído humano a NPS de baja frecuencia (p.e. debajo de los 1 000 Hz) y NPS de alta frecuencia (p.e. sobre los 1 000 Hz). Estas mediciones son conocidas como “decibeles de ponderación-A” referidos como dBA en este EIA.

### **4.2.1 Sitios de Medición y Método Empleado**

Para determinar los niveles de presión sonora (NPS) en el área de estudio se efectuaron 5 mediciones por periodos de 24 horas en 5 sitios, tres de éstos se localizaron en el interior del área del proyecto y dos en los alrededores.

Los sitios de medición de línea base en los alrededores se ubicaron en el conjunto residencial de verano conocido como Wakama y en el asentamiento humano ilegal de Nuevo Ayacucho, ubicados a aproximadamente 6 km y 4 km, respectivamente, al sur del área del proyecto. La Tabla 4- 5 presenta las coordenadas de los sitios seleccionados para la medición del ruido y el Mapa EQ-01 señala su localización geográfica.

La medición del ruido de línea base se realizó durante los días 28, 29, 30 de Septiembre y 1 de Octubre en los sitios NM1, NM2 y NM3; y los días 5, 6 y 7 de Octubre de 2002 en los sitios de Nuevo Ayacucho y Wakama.

Para la medición en cada uno de los sitios anteriormente señalados incluyó:

Un sonómetro integrador de clase 1 en modo de respuesta lenta fue empleado para obtener la integral de los niveles de presión de sonido de ponderación-A y los datos de frecuencias de 1/3 de octavas. El aparato se programó para efectuar la medida de niveles equivalentes ( $L_{eq}$ ) a intervalos de 15 minutos durante un periodo completo de medición por sitio de 24 horas, mediante el cual se obtuvieron un total de 97 registros por sitio.

El sonómetro empleado para la medición consistió en los siguientes componentes:

1. Equipo de Medición de Ruido continuo
  - A Medidor de Precisión de Nivel Sonoro Integrado Tipo I, modelo HD 9019, Marca Delta Ohm de fabricación Italiana.
  - b Sonda de Preamplificador HD 9019S/1, Clase de Precisión 1
  - c Cápsula Microfónica de Condensador, Modelo MK221
  - d Pantalla antiviento, trípode y varios cables
  
- 2 Unidad de Calibración del medidor de nivel sonoro
  - a Calibrador de Nivel Sonoro, Marca Delta Ohm, Modelo HD 9101 clase 1, intensidad de señal 94/114 dB a frecuencia de 1,000 Hz.

El medidor de nivel de sonido Delta Ohm HD 9019 cumple con las especificaciones de las normas IEC 651 (CEI EN 60651/1994) y IEC 804 (CEI EN 60804/1994) para instrumentos de precisión de

Tipo I. Los filtros de banda de 1/3 de octava son conformes a las prescripciones de la norma IEC 1260 (CEI EN 6126/1995) para la clase 2. Los certificados de calibración de ambos componentes del equipo se encuentran en el Anexo 2.

El sonómetro empleado para medir los niveles de ruido operados en un modo de respuesta lenta para obtener niveles de presión de sonido de ponderación-A precisos e integrados. Todas las mediciones fueron efectuadas en exteriores y se empleó una pantalla antiviento para aliviar cualquier posible error de medición debido a efectos del viento a lo largo de la cara del micrófono. El micrófono se colocó sobre un trípode a una altura de 1,5 m sobre la superficie del terreno y se ubicó de manera tal que forme un ángulo de 45 grados, tal como lo especifican los estándares de ANSI y se le proporcionó una conexión a una fuente de poder externa de 9 voltios. El medidor del nivel sonoro y el analizador de banda de octavas fueron calibrados inmediatamente antes e inmediatamente después del periodo de muestreo para proporcionar una revisión del control de calidad de la operación del medidor de nivel sonoro durante el monitoreo. Los datos de nivel de presión de sonido integrado consistieron en los siguientes parámetros de ruido medidos en cada sitio:

- $L_{eq}$  El nivel de presión de sonido promedio en el periodo medido; este parámetro es la presión de sonido constante que tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante real en el mismo periodo de tiempo;
- Max El nivel de presión de sonido máximo para el periodo medido, y
- Min El nivel de presión de sonido mínimo para el periodo medido.

Durante cada periodo de monitoreo del ruido se anotó la velocidad del viento y la temperatura local. Asimismo, durante el monitoreo se registró notas de campo detalladas, las cuales se incluyeron en los parámetros de meteorología local y en las principales fuentes de ruido.

#### **4.2.2 Reglamentaciones y Criterios concernientes al Ruido**

Para la evaluación de la calidad ambiental del área de estudio con relación al ruido se ha comparado los datos obtenidos en cada uno de los sitios medidos con los estándares del Banco Mundial ante la ausencia de tales estándares nacionales para el Perú.

Se midió los valores máximos de  $L_{eq}$  (cada hora), como dB con ponderación-A durante el día (0700-2200) y durante la noche (2200-0700).

El Banco Mundial ha desarrollado guías de ruido con respecto a los niveles promedio de ruido por hora que fueron diseñados para proteger al público en general. Estas guías se dividen en dos usos de tierra distintos: 1) residencial, institucional y educacional, y 2) industrial y comercial. Se estableció los valores máximos de  $L_{eq}$  (por horas), durante el día (0700-2200) y la noche (2200-0700).

Receptor	Hora	$L_{eq}$ (Por Hora) Máximo Permitido en dBA
Residencial; Institucional y Educacional	7 a.m. — 10 p.m.	55
	10 p.m. — 7 a.m.	45
Industrial y Comercial	7 a.m. — 10 p.m.	70
	10 p.m. — 7 a.m.	70

El nivel de presión equivalente de sonido para el periodo medido se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio Leq SPL} = 10 \log \frac{\sum_{i=1}^N 10^{(SPL_i/10)}}{N}$$

donde:  $L_{eq}$  = nivel de presión de sonido equivalente (dBA)

$SPL_i$  = niveles individuales de presión de sonido (dBA) en los datos

$N$  = número de observaciones en el periodo medido

En la Tabla 4- 6 se presentan los valores de  $L_{eq}$  medidos en cada uno de los sitios seleccionados para la evaluación del ruido (En el Anexo 2 se muestra los eventos más significativos observados durante el registro durante el registro de ruido). Las Figuras 4-1 - 4-6 muestran los gráficos de distribución de los resultados.

Los resultados de la medición del nivel de ruido efectuados durante un periodo de 24 horas efectuados en la zona del proyecto y en los receptores más cercanos indicaron que los niveles de ruido ( $L_{eq}$ ) observados durante el día en los puntos de medición ubicados al interior del área del proyecto (NM1 y NM3) estuvieron en el rango de 40 dBA en NM1 a 43 dBA en NM3; mientras que los

niveles de ruido (Leq) observados durante la noche estuvieron en el rango de 29 dBA en NM3 a 30 dBA en NM1. Los resultados de la medición de ruido en el sitio NM2 (considerado como el perímetro del área) estuvieron en el rango de 64 dBA durante el día y de 62 dBA durante la noche, lo cual refleja la influencia resultante del tráfico en la Carretera Panamericana, ya que este sitio se encuentra ubicado en el límite este del área del proyecto y próximo a la Carretera.

Los resultados de la medición durante el periodo de 24 horas efectuada en las áreas pobladas más cercanas al proyecto y consideradas como receptores potenciales del ruido de la operación del proyecto (Wakama y Nuevo Ayacucho) presentaron niveles de ruido (Leq) durante el día que estuvieron en el rango de 55 dBA en Nuevo Ayacucho y de 57 dBA en Wakama; mientras que los niveles de ruido (Leq) registrados durante la noche estuvieron en el rango de 53 dBA en Nuevo Ayacucho y 58 dBA en Wakama. Estos resultados reflejan la influencia significativa del tráfico en la Carretera Panamericana Sur, particularmente sobre el lugar de medición de Nuevo Ayacucho. Con respecto a los niveles de ruido registrados en el sitio de Wakama, éstos tuvieron una gran influencia del fuerte oleaje y su retorno sobre los acantilados.

Los estándares del Banco Mundial sugieren que las medidas de atenuación del ruido deben alcanzar el nivel de ruido máximo permisible (Leq) designado para cada uno de los receptores, medido de forma horaria tanto durante el día como la noche con un incremento máximo de niveles de ruido ambiental de base de 3 dBA. Los resultados de la medición indican que los niveles de ruido existentes en los receptores de uso residencial de Ayacucho y Wakama son impactados por el ruido proveniente de la Carretera Panamericana y por el oleaje intenso del mar y su efecto de retorno sobre el acantilado. Los niveles observados tanto en Wakama como en Nuevo Ayacucho excedieron los niveles del estándar para receptores en áreas de uso residencial tanto en la noche como en algunas horas del día. Con relación a lo anterior, se estima que de acuerdo a los criterios de emisión sonora que manejará el proyecto se podrá apreciar un incremento máximo de 3 dBA en el ruido ambiental de base para los receptores de uso residencial en áreas externas al proyecto.

### **4.3 Suelo**

#### **4.3.1 Sitios de Muestreo, Parámetros y Métodos**

Se evaluó las condiciones en el área de estudio para caracterizar la contaminación potencial del suelo ambiental producida por actividades anteriores del uso de tierra en el Sitio. Se llevó a cabo un muestreo del suelo en dos lugares representativos del Sitio y las muestras obtenidas fueron analizadas

para metales pesados e hidrocarburos totales (TPH). La representatividad de los sitios seleccionados se estableció mediante la topografía del área de estudio y su tendencia de drenaje; así como con la posición prevista para las instalaciones futuras (tales como los tanques de almacenamiento y las unidades de proceso), en las cuales podrían ocasionarse potencialmente cambios en las condiciones del suelo durante la operación. Los puntos de muestreo seleccionados se presentan en el Mapa EQ-01 y sus respectivas coordenadas UTM se presentan en la Tabla 4-7.

Los parámetros establecidos para la evaluación de las muestras y los métodos analíticos empleados para la evaluación se presentan en la Tabla 4-8.

Durante el muestreo de suelos se realizaron dos tomas de muestras; en la primera toma, efectuada el 21 de Junio de 2002, se analizaron a manera de diagnóstico los dos parámetros seleccionados (TPH y Metales Pesados), en la segunda toma, efectuada el 4 de Agosto de 2002, sólo fueron analizados aquellos parámetros que registraron valores elevados durante el primer muestreo tales como plomo, cobre, arsénico y cromo.

El laboratorio ENVIROLAB, certificado por INDECOPI (Resolución No.0054-2001/INDECOPI-CRT), se encargó de analizar todas las muestras.

#### **4.3.2 Resultados y Análisis**

Los resultados obtenidos durante el muestreo se presentan en la Tabla 4-9. Adicionalmente, en el Anexo 2 se presenta copias de los certificados de los análisis practicados en el laboratorio.

Ante la ausencia de estándares de calidad para suelos en el Perú se ha considerado para el análisis de los resultados los siguientes criterios internacionales empleados para la remediación de suelos:

- Las guías de calidad ambiental del Consejo Canadiense de Ministerios del Ambiente – “Canadian Council of Ministres of the Environment” (CCME, 1999) para suelo de uso industrial.
- El documento de referencia para la investigación, evaluación y remediación de contaminación en agua subterránea, establecido por el grupo de trabajo federal de agua en Alemania (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA, 1994).

Con respecto a los resultados analíticos del suelo, los valores de hidrocarburos totales de origen petrogénico (TPH) se encontraron por debajo del límite de detección del método analítico empleado (8 mg/kg). Los criterios de remediación (SCTL y TPH) empleados para la evaluación de este parámetro se encuentran en el rango de 1 000 y 5 000 mg/kg, utilizando los estándares internacionales mencionados en el párrafo anterior.

En la evaluación de metales como el cadmio, el mercurio y el níquel también se registraron valores por debajo del límite de detección del método analítico empleado (0,15 mg/kg; 0,10 mg/kg y 0,15 mg/kg, respectivamente).

Asimismo, los valores de cobre (14,1 mg/kg – 28,0 mg/kg), cromo (11,16 mg/kg – 27,97 mg/kg), plomo (6,3 mg/kg – 15,90 mg/kg) y zinc (24,6 mg/kg – 29,1 mg/kg) registraron valores por debajo de los criterios para remediación de suelos establecidos por el CMEE (91 mg/kg, 87 mg/kg, 600 mg/kg y 360 mg/kg, respectivamente).

Los valores de arsénico registrados en Pampa Melchorita se encuentran en el rango entre 8,22 mg/kg y 12,03 mg/kg, este último valor es mayor al criterio del CCME como el de uso industrial (12 mg/kg).

Las concentraciones de metal detectadas en las muestras de suelos analizadas son representativas de las concentraciones de referencia encontradas en el área general. Una revisión de la literatura de las concentraciones de metal encontradas en los suelos del área de Pampa Melchorita y en otros lugares indican que las concentraciones de metal encontradas en el área de estudio se encuentran dentro del rango de aquellas encontradas en otros lugares del mundo o en ciertos casos como con el cromo y el zinc son considerablemente más bajos.

Parámetros	Concentraciones (mg/kg)			
	Mundialmente aceptados (Koljonen, 1992)	Estudios de Agricultura (Reimann y Caritat, 1998)	Estudios de la Costa Peruana (Golder, 2000)	Proyecto (Golder, 2002)
Arsénico	5	1.5 – 6.6	8 – 13.6	8.2 - 12
Cobre	25	12.8 – 19	32.9 – 62.7	14.1 – 28
Cromio	80	19.1 – 39.3	6.14 – 31.4	11.2 – 27.9
Plomo	17	12.8 – 19	25 – 47.5	6.3 – 15.9
Zinc	70	16.3 - 82	67.1 – 105.9	24.6 – 29.1

## **4.4 Agua Marina**

### **4.4.1 Estaciones de Muestreo y Parámetros de Monitoreo**

Para evaluar y clasificar la calidad del agua de línea base en el área marina de Pampa Melchorita, se estableció 13 estaciones de muestreo, las cuales fueron muestreadas durante dos épocas distintas del año, de la siguiente manera: un primer muestreo se realizó el 14 de Julio de 2002, época correspondiente a la estación de otoño y un segundo muestreo el 6 de Octubre de 2002, correspondiente a la estación de primavera. Estas muestras fueron recolectadas empleando la metodología establecida en el Plan Detallado de Aseguramiento de la Calidad de Golder Associates. Las muestras fueron recolectadas de la siguiente manera:

Las estaciones de muestreo seleccionadas fueron localizadas en cuatro transectos definidos perpendicularmente a la costa e identificados como: T2, T3, T4 y T5. Estos transectos fueron proyectados en forma paralela con respecto a la posición prevista para el muelle. En cada estación, las muestras fueron recolectadas en tres niveles; a 1m debajo de la superficie, a una profundidad media, y ligeramente sobre el fondo del mar. A continuación se presenta los transectos relacionados con la ubicación del muelle:

- T2 se situó a 500 m al sur del eje proyectado del muelle;
- T3 se situó sobre el mismo eje del muelle;
- T4 y T5 se situaron a 500 m y 800 m respectivamente hacia el norte del eje del muelle, respectivamente.

La posición de las estaciones en cada uno de los transectos mencionados anteriormente se definió, de acuerdo con la batimetría disponible del área, a profundidades de 10 m, 12 m y 16 m respectivamente. Las coordenadas UTM (Datum WG84) de cada una de estas estaciones de muestreo y las profundidades establecidas para la toma de muestras se listan en la Tabla 4-10 y se representan en el mapa EQ-02.

Durante el muestreo de otoño se tomaron muestras en 10 estaciones; mientras que en el muestreo de primavera sólo se tomaron muestras en 6 estaciones. El número de estaciones de muestreo y los parámetros evaluados durante el muestreo de primavera fueron reducidos a aquellos que mostraron niveles detectables para los parámetros establecidos durante el muestreo de otoño.

Se empleó un bote para llegar a cada lugar específico. Las muestras fueron recolectadas empleando una botella Niskin de PVC de 5 litros de capacidad. Luego de bajar el muestreador a la profundidad establecida para el muestreo, se bajó manualmente un testigo con el cable que activó el dispositivo de abertura, permitiendo de esta forma la extracción de una muestra representativa de agua a esa profundidad particular. El muestreador fue devuelto a la superficie, vertiendo la muestra de agua directamente a los recipientes que contenían los preservantes apropiados, especialmente preparados por el laboratorio.

Cada uno de los recipientes empleados fue preparado exclusivamente por un parámetro analítico particular compatible con la metodología y protocolo establecido por el laboratorio. Cada recipiente fue etiquetado y marcado con un código de muestra exclusiva para simplificar el seguimiento y la identidad individual de los recipientes. Las muestras fueron luego selladas y colocadas en hielo y enfriadas aproximadamente a 4°C en un refrigerador aislado y protegido por paredes duras de polietileno. El registro de cadena de custodia (COC) fue preparado y la integridad y seguridad de las muestras fueron mantenidas en todo momento. Las muestras fueron colocadas en hielo y transportadas a mano al laboratorio. Antes de transportar las muestras al laboratorio designado, se colocó un sello de seguridad sobre la tapa del refrigerador. El sello permaneció intacto durante el tránsito. Las muestras fueron colocadas en recipientes y según las especificaciones presentadas a continuación:

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad De Muestra</b>	<b>Recipiente</b>	<b>Preservante</b>
TPH	1 L	Botella de vidrio	Ninguno
Metales	1 L	Botella de plástico	1,25 ml de HNO <sub>3</sub> (1:1)
STD, Bicarbonatos, Cloruros, Fluoruros y Sulfatos	1/2 L	Botella de plástico	Ninguno
Detergentes	1/2 L	Botella de plástico	Ninguno
Nitratos	250 ml	Botella de plástico	0,5 ml de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1)
Cianuro	1 L	Botella de plástico	1 pellet de NaOH(s)

En la Tabla 4-11 se señala los parámetros y métodos analíticos empleados para el análisis de las muestras en el laboratorio. Los parámetros fueron seleccionados de acuerdo con los estándares de

calidad de agua marinas, tanto nacionales como internacionales. Para ciertos parámetros, fueron tomadas muestras al azar en duplicados con la finalidad de asegurar la precisión en el laboratorio y para confirmar la reproducibilidad de los métodos analíticos utilizados. Las tres muestras de duplicados fueron recolectadas y enviadas al laboratorio durante el evento de muestreo de otoño y 2 muestras de duplicados durante el evento de muestreo de primavera. Los resultados de los análisis de duplicados fueron empleados para validar los datos empleados al usar la diferencia de porcentaje relativo (DPR) definida como el porcentaje de la diferencia entre el resultado de la prueba y el duplicado dividido por la suma de la misma; expresada como un porcentaje. Si bien algunos parámetros analizados tuvieron un alto DPR, esto se atribuyó principalmente a las bajas concentraciones relacionadas con los parámetros analizados. Estos parámetros están dentro del rango de concentración analizado y son considerados representativos de la media evaluada. Los resultados de la evaluación del DPR son presentados en el Anexo 2. Todas las muestras son analizadas en el laboratorio Envirolab.

Durante el muestreo de la calidad de agua marina se implementó un sistema de control y aseguramiento de la calidad.

#### **4.4.2 Resultados y Análisis**

Los resultados de los datos físico-químicos para los eventos de muestreo de otoño y primavera del 2002 son presentados en la Tabla 4-12 y Tabla 4-13, respectivamente. El Anexo 2 incluye los resultados completos de laboratorio tal como fue reportado por el laboratorio ENVIROLAB y los resultados de las muestras de control de calidad.

Los resultados analíticos de línea base del agua marina fueron comparados con los Estándares Nacionales para Calidad Ambiental del Agua, establecidos en la Ley General de Aguas (Ley N° 17752) para Uso VI (Zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial). En ausencia de los estándares numéricos específicos en la Ley N° 17752 para parámetros tales como pH, cobre, níquel y zinc, fueron empleados los estándares de calidad ambiental establecidos en las Guías de Calidad de Agua de British Columbia, Canada (BC, 2000) y los estándares de calidad de agua establecidos por la agencia EPA de los EEUU (USEPA, 1999), debido a que el Banco Mundial no tiene guías de calidad ambiental pero si ha establecido límites de efluentes permisibles.

A continuación se tratará los resultados de calidad de agua de línea base, la comparación con los estándares ambientales aplicables y el análisis de las muestras de otoño y primavera.

### **Parámetros Físico-químicos**

Los parámetros físico-químicos evaluados en las muestras de agua marina recolectadas durante dos estaciones en los lugares descritos en la sección 4.4.1 fueron los siguientes: pH, conductividad, sólidos totales disueltos (TDS) y sólidos totales suspendidos (TSS); durante el muestreo de primavera no se evaluó este último parámetro.

Los valores encontrados para sólidos totales suspendidos en las muestras de otoño, se encuentran por debajo del límite de detección (5 mg/l). El rango de los sólidos totales disueltos durante el otoño fue 32 800 mg/l a 37 600 mg/l, mientras que durante la primavera este rango fue ligeramente mayor entre 37 200 mg/l y 40 600 mg/l, los cuales se consideran como valores típicos para agua marina. El parámetro de conductividad durante el muestreo de otoño se presenta en todas las muestras bastante constante, con valores entre 52,60 mS/cm y 53,00 mS/cm; mientras que en la primavera estos valores registraron un ligero incremento de 52,80 mS/cm y 53,95 mS/cm respectivamente. El valor del pH en las muestras analizadas de otoño se encuentra en el rango de 7,55 a 8,01; observándose una ligera variación en el rango de primavera de 7,46 a 8,38 pero en general los valores de ambos muestreos se encuentran en el rango establecido por la EPA para el agua de mar de 6,50 a 8,50.

### **Iones**

Los iones principales y de interés evaluados en las muestras de agua marina fueron los siguientes: bicarbonatos, cloruros, fluoruros, N-nitratos, sulfatos y cianuro total. Durante el muestreo de primavera no se evaluaron los sulfatos ni el cianuro total. Los iones principales no poseen estándares de calidad, sin embargo el análisis de estos permite realizar una evaluación de la calidad del análisis.

Los parámetros bicarbonatos y cloruros analizados en ambos muestreos presentaron un ligero incremento en las concentraciones de las muestras analizadas durante la primavera; el rango de bicarbonatos en otoño se encontraba entre 116,4 - 124,7 mg/l, mientras que en primavera este se observó entre 113,2 - 129,2 mg/l; para el caso de los cloruros sus concentraciones en otoño oscilaron entre 18 894 mg/l y 19 994 mg/l, mientras que en primavera estas oscilaron entre 19 452 mg/l y 19 954 mg/l.

En el caso de los fluoruros y N- Nitratos se observa un patrón contrario al de los parámetros anteriormente analizados en el que se aprecia una ligera disminución de las concentraciones durante la primavera; la concentración de fluoruros en otoño se encontró entre 0,91 mg/l y 0,96 mg/l mientras

que en primavera varía de 0,44 mg/l a 0,49 mg/l. Los N-Nitratos, en otoño se encontraron en el rango de 0,17 a 0,48 mg/l y en primavera desde menos de 0,10 mg/l hasta 0,55 mg/l.

La concentración promedia de los sulfatos analizados en otoño fue de 2 515 mg/L y la máxima concentración fue de 2 797 mg/L.

La concentración de cianuro total en todas las muestras de otoño se encontró por debajo del límite de detección (0,004 mg/l) y por lo tanto del estándar de calidad ambiental de la Ley General de Agua (Uso VI) de 0,005 mg/l.

### **Parámetros Orgánicos**

Los parámetros orgánicos evaluados durante la caracterización de línea base de la calidad de agua marina fueron los siguientes: detergentes, fenoles, aceites y grasas e hidrocarburos totales petrogénicos (TPH). En las muestras de primavera solamente se evaluó el parámetro TPH.

La concentración de detergentes, fenol, aceite y grasa y TPH en todas las muestras analizadas estuvieron por debajo del límite de detección de 0,06 mg/l, 0.1, 5 y 0.2 mg/l, respectivamente. De todos los parámetros analizados, el fenol es el único parámetro donde la Ley General de Agua (Uso VI) ha establecido estándares numéricos de 0.100 mg/l.

### **Metales Totales**

Los metales seleccionados analizados durante los eventos de muestreo de otoño y primavera son presentados en las Tablas 4-12 y 4-13 junto con los correspondientes límites de detección del laboratorio. Los resultados del metal analizado durante ambos eventos de muestreo indicaron que todos los metales analizados están por debajo del límite de detección analítico o cumplen con los requerimientos de la Ley General de Aguas para Uso VI (Protección de la Vida Acuática) donde existen estándares numéricos o estándares internacionales, observándose las excepciones a continuación. Los resultados de laboratorio indican que los métodos de detección analíticos para mercurio y cadmio son ligeramente más altos que los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental de la Ley General de Aguas. Asimismo, no se ha establecido niveles de concentraciones permisibles para cobre, zinc y níquel en la Ley General de Aguas (Uso VI – Protección de la Vida Acuática).

La agencia EPA ha establecido Criterios de Concentración Continua (CCC), que corresponde a la máxima concentración a la que los organismos pueden estar expuestos indefinidamente sin causar efectos no aceptados para varios parámetros orgánicos e inorgánicos. Los CCC para los metales evaluados para este estudio son: cobre (0,0031 mg/l), níquel (0,00081mg/l) y zinc (0,081 mg/l).

Todas las concentraciones registradas en ambos eventos de muestreo de otoño y primavera, para mercurio, arsénico, cadmio, plomo y zinc estuvieron por debajo del CCC establecido por EPA. Sin embargo, los límites de detección de laboratorio para cianuro, níquel y cobre fueron más altos que el CCC. Los parámetros restantes están por debajo del CCC.

Los valores guía para la calidad del agua aprobada por British Columbia para la vida acuática marina son: cobre 0,003 mg/l, níquel 0,075 mg/l y zinc 0,010 mg/l. Con respecto a los anteriores, los valores de níquel registrados en las muestras están debajo de éste estándar. Por otro lado, los valores de cobre registrados en las muestras de otoño y primavera de 2002 exceden los valores de la guía de calidad de agua establecidos por British Columbia; similarmente los valores de zinc registrados en otoño (entre 0,020 mg/l y 0,103 mg/l) y en primavera (entre 0,015 mg/l y 0,083 mg/l) excederían este estándar. Debería observarse que el estándar de British Columbia para zinc fue establecido para el agua dulce, por eso en el presente informe lo estamos empleando como referencia ya que no hay un criterio para el zinc.

Para el cobre, en el otoño de 2002 algunos valores registrados excedieron los estándares ambientales revisados; mientras que los valores de primavera del 2002 están todos por debajo del límite de detección, siendo éste más alto que el estándar. Teniendo en cuenta que debido a que no hay una fuente de cobre conocida en el área, se puede asumir que estas concentraciones corresponden a concentraciones naturales en el área estudiada.

## **4.5 Sedimentos Marinos**

### **4.5.1 Estaciones de Muestreo y Parámetros de Monitoreo**

Con la finalidad de evaluar y clasificar las condiciones de sedimentos marinos de línea base en lugar propuesto para las instalaciones marinas se recolectó muestras en 13 estaciones de muestreo durante dos épocas distintas del año, de la siguiente manera: Un primer muestreo se realizó en Julio 14 de 2002, época correspondiente a la estación de otoño y un segundo muestreo en Octubre 6 de 2002 correspondiente a la estación de primavera. Las estaciones para el muestreo de sedimentos se

ubicaron sobre los mismos cuatro transectos en donde se realizaron los muestreos de calidad físico-química del agua marina (T2, T3, T4 y T5).

La ubicación de las estaciones de muestreo se presenta en el Mapa EQ-02 y las coordenadas UTM (Datum WGS 84) se presentan en la Tabla 4-14.

Se tomó muestras en diez estaciones durante el otoño y en seis estaciones durante la primavera. El número de estaciones de muestreo y parámetros evaluados durante el muestreo de primavera fue reducido a aquellos que mostraron niveles detectables para los parámetros establecidos durante el muestreo de otoño.

Se utilizó un bote para llegar a ese lugar específico. Las muestras de sedimento fueron colectadas del fondo marino empleando una draga Van Veen con una capacidad de dragado de hasta 4 kilos de peso y una superficie de muestreo de 25 x 25 cm<sup>2</sup>. El material colectado se llevó a la borda de la embarcación, en donde se filtró para eliminar el agua, posteriormente se obtuvo medio kilo de muestra y se depositó en bolsas de polietileno. Las bolsas fueron selladas herméticamente, etiquetadas y marcadas con un número de código exclusivo de muestra para simplificar el seguimiento y la identificación individual de la muestra. Las muestras fueron colocadas en hielo y enfriadas a una temperatura de 4°C en un refrigerador aislado y protegido por paredes duras de polietileno. Se preparó el registro de la cadena de custodia (COC) y se mantuvo la integridad y seguridad de las muestras en todo momento. Las muestras fueron colocadas en hielo y transportadas a mano al laboratorio. Antes de transportar las muestras al laboratorio designado, se colocó un sello de seguridad en la tapa del refrigerador. El sello se mantuvo intacto durante el tránsito.

La Tabla 4-15 presenta los parámetros y métodos analíticos utilizados durante los análisis de laboratorio. Estos parámetros fueron seleccionados de acuerdo con estándares de sedimentos nacionales e internacionales. Para ciertos parámetros, se tomó muestras al azar en duplicado con la finalidad de asegurar la precisión en el laboratorio y para confirmar la capacidad de reproducción de los métodos analíticos empleados. Se recolectó y envió al laboratorio dos muestras duplicadas durante el muestreo de otoño y una muestra duplicada durante el muestreo de primavera. Los resultados de los análisis de duplicados fueron empleados para validar los datos al emplear diferencia de porcentaje relativo (DPR) definida como el porcentaje entre el resultado de la prueba y el duplicado dividido por la suma del mismo; expresado como un porcentaje. Si bien algunos parámetros analizados tuvieron un alto DPR, se le atribuyó a las bajas concentraciones relacionadas

con los parámetros analizados. Estos parámetros están dentro del rango de concentración analizada y son considerados representativos de la media evaluada. Los resultados de la evaluación de DPR son presentados en el Anexo 2.

Las muestras fueron enviadas para su respectivo análisis a las instalaciones del laboratorio ENVIROLAB, acreditado ante el Instituto Nacional de la Defensa de la Competencia y de Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), organismo de acreditación en el Perú. El diploma de acreditación de ENVIROLAB, corresponde a la Resolución N° 0054-2001/INDECOPI-CRT.

#### **4.5.2 Resultados y Análisis**

Los resultados del análisis de sedimentos del muestreo correspondiente a la estación de otoño de 2002 en el área de estudio se presentan en la Tabla 4-16 y los resultados para el muestreo de primavera se presentan en la Tabla 4-17. El Anexo 2 presenta los resultados completos reportados por el laboratorio ENVIROLAB y los resultados de las muestras del control de calidad.

Los resultados analíticos de línea base de los sedimentos marinos fueron comparados con los criterios establecidos en “Guidelines of the Canadian Council of Ministers of the Environment” – (Guías de Calidad Ambiental del Consejo Canadiense de Ministerios del Ambiente) (CCME, 1999) ante la ausencia de estándares numéricos específicos en las reglamentaciones peruanas. Los resultados de los sedimentos marinos de línea base y la comparación con los estándares ambientales aplicables son discutidos a continuación.

Los sedimentos marinos fueron evaluados a partir de muestras recolectadas durante los muestreos de otoño y primavera en los lugares descritos en la sección 4.5.1 y fueron analizados para TPH y metales.

El resultado de los análisis indica que los TPH durante los muestreos de otoño y primavera están por debajo del límite de detección analítica (8 mg/l).

Los metales seleccionados analizados durante estos dos muestreos son presentados en las Tablas 4-16 y 4-17 junto con los límites de detección del laboratorio correspondiente. Los resultados del metal analizado durante ambos eventos de muestreo indicaron que todos los metales analizados están por debajo del límite de detección analítico o de los estándares internacionales establecidos con excepción de las observaciones indicadas a continuación.

La concentración de arsénico durante el muestreo de otoño en la estación T3-16 excedió el estándar establecido. Como lo indica la Tabla 4-16, los resultados del análisis indican que el arsénico estuvo en el rango de 1,94 mg/kg a 13,64 mg/kg durante el muestreo de otoño y de 7,16 mg/kg a 10,29 mg/kg durante el muestreo de primavera. Las concentraciones de arsénico medidas representan las concentraciones naturales de referencia que han sido encontradas en otras partes del mundo natural. Los datos publicados en el arsénico indican que en Europa los sedimentos han sido registrados con concentraciones de arsénico en el rango de 0,05 mg/kg y 57,6 mg/kg en Noruega; 22 mg/kg y 334 mg/kg en la región de Harz de Alemania y entre 12 mg/kg y 150 mg/kg en Escocia (Reimann, Caritat, 1998). En los suelos de la costa peruana las concentraciones fueron registradas en el rango de 8,01 mg/kg y 13,62 mg/kg (Golder, 2000).

Los resultados de laboratorio indican que la concentración máxima de cadmio registrada durante el muestreo de otoño de 2002 fue de 2,93 mg/kg y durante el muestreo de primavera estuvo en el rango de 1,95 mg/kg a 2,53 mg/kg, un factor de 10 veces menor que el criterio internacional de 22 mg/kg. Las concentraciones de cromo registradas durante el muestreo de otoño estuvieron en el rango de 4,47 mg/kg a 20,07 mg/kg, y durante el muestreo de primavera estuvieron en el rango de 5,53 mg/kg a 7,41 mg/kg. Las concentraciones para cromo estuvieron por debajo de los criterios internacionales de calidad de sedimentos de 87 mg/kg. Los análisis efectuados en el muestreo de otoño indican que las concentraciones de cobre en sedimentos estuvieron en el rango de 8,0 mg/kg a 19,3 mg/kg, y 8,70 mg/kg a 19,0 mg/kg durante el muestreo de primavera. Los resultados de ambos eventos de muestreo estuvieron por debajo de los criterios de la calidad internacional de 91 mg/kg. Las concentraciones de níquel durante el muestreo de otoño se encontraron por debajo del límite de detección (0,50 mg/kg), y durante el evento de primavera variaron de 2,6 mg/kg a 3,5 mg/kg, ambas concentraciones están por debajo de los criterios internacionales de calidad de 50 mg/kg.

Los valores de plomo en otoño de 2002 fueron del rango de 29,3 mg/kg a 85,5 mg/kg mientras que los valores registrados en primavera se encontraron en el rango de 8,5 mg/kg a 10,8 mg/kg, ambos muy por debajo del criterio internacional de empleado de 600 mg/kg.

Finalmente, los valores de Zinc registrados en otoño se encontraron en el rango de 23,02 mg/kg a 47,83 mg/kg y los registrados en primavera estuvieron en el rango de 23,07 mg/kg a 40,06 mg/kg, siendo el criterio internacional de calidad empleado de 360 mg/kg. En el caso del mercurio, todos los valores registrados en ambos muestreos se encontraron por debajo del límite de detección (0,10 mg/kg), siendo el criterio internacional empleado de 50 mg/kg.

## **TABLAS**

**Tabla 4-1. Coordenadas de los Sitios de Muestreo de Calidad de Aire**

Denominación	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
AM-01	8 534 940	359 116
AM-02	8 534 616	359 780
AM-03	8 535 697	359 776
AM-04	8 536 170	359 250

**Tabla 4-2. Parámetros y Métodos Analíticos empleados para el Muestreo de Calidad de Aire**

Parámetro	Método Analítico	Límite de Detección del Método
PM-10	EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice J	- $\mu\text{g}/\text{m}^3$
H <sub>2</sub> S	Espectrometría	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub>	Espectrometría	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO <sub>2</sub>	EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hidrocarburos (No Metanos)	Gravimetría Soxhlet	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	Espectrofotometría	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Tabla 4-3. Resultados del Muestreo de Calidad de Aire**

Parámetro	Unidad	Sitio				Estándares de Calidad Ambiental	
		AM-01	AM-02	AM-03	AM-04	Perú <sup>1)</sup>	Banco Mundial <sup>2)</sup>
H <sub>2</sub> S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	< 3	< 3	< 3	< 3		
CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	293	381	313	390	30 000	
SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	< 5	< 5	< 5	< 5	365	125
NO <sub>x</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	< 3	< 3	< 3	200	150
PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	62	33	71	33	150	70
HCNM	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	< 1	< 1	< 1	< 1		

**Notas:**

1) D.S. N° 074-2001-PCM (publicado 24.06.01). Valores válidos para promedio de 24 h.

2) World Bank Group, Pollution Prevention and Abatement Handbook. Valores válidos para promedio de 24 h.

**Tabla 4-4. Parámetros Meteorológicos del Muestreo de Calidad de Aire**

Sitio de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (Km/h)	Dirección Predominante del Viento (Viene del)
AM-01	02/07/05	13:50	25	55	8.3	W-E
		16:50	19	71	13.0	W-E
		18:20	16	82	6.5	W-E
		20:00	15	83	5.4	N-S
		22:00	13	86	5.4	N-S
	02/07/06	00:00	13	86	4.3	N-S
		02:00	11	84	8.3	N-S
		04:00	16	83	10.8	N-S
		06:00	16	85	11.9	W-E
		08:00	16	85	7.6	SW-NE
		10:00	17	80	5.8	W-E
		12:00	18	73	5.0	SW-NE
		13:50	18	77	5.0	SW-NE
PROMEDIO			16	79	7.5	
AM-02	02/07/06	16:00	16	84	11.2	SW-NE
		18:00	15	87	9.0	SW-NE
		20:00	15	90	10.4	NW-SE
		22:00	14	92	5.4	N-S
	02/07/07	00:00	15	88	4.3	N-S
		02:00	15	87	9.4	N-S
		04:00	14	89	11.5	N-S
		06:00	14	90	11.5	W-E
		08:00	15	88	7.9	SW-NE
		10:00	16	83	4.3	SW-NE
		12:00	17	77	4.0	W-E
		14:00	21	57	5.4	SW-NE
		16:00	15	92	6.5	SW-NE
PROMEDIO			16	85	7.8	

Sitio de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (Km/h)	Dirección Predominante del Viento (Viene del)
AM-03	02/07/06	13:00	19	64	12.6	S-N
		16:00	22	58	8.3	S-N
		18:00	16	82	5.0	W-E
		20:00	15	83	5.4	N-S
		22:00	13	86	5.4	N-S
	02/07/07	00:00	13	86	4.3	N-S
		02:00	11	84	8.3	N-S
		04:00	16	83	10.8	N-S
		06:00	16	85	10.8	W-E
		08:00	16	84	9.0	SW-NE
		09:45	16	84	9.0	SW-NE
		11:55	17	80	7.6	W-E
		13:00	17	73	9.4	SW-NE
PROMEDIO			16	79	8.1	
AM-04	02/07/06	15:00	16	78	4.7	SW-NE
		16:00	16	84	10.4	SW-NE
		19:30	15	87	9.0	SW-NE
		20:00	15	90	10.4	NW-SE
		22:00	14	92	5.4	S-N
	02/07/07	00:00	15	88	4.3	S-N
		02:00	15	87	9.4	S-N
		04:00	14	89	11.5	S-N
		06:00	14	90	11.5	W-E
		08:00	15	88	7.9	SW-NE
		10:00	16	83	4.3	SW-NE
		12:00	17	77	4.0	W-E
		14:00	21	57	5.4	SW-NE
	15:00	15	92	6.5	SW-NE	
PROMEDIO			16	84	7.5	

**Tabla 4-5. Coordenadas de los sitios de medición de ruido.**

Estación	Coordenadas UTM		Ubicación
	Este	Norte	
NM1	358862	8535703	Al noroeste de la estación meteorológica de Pampa Melchorita
NM2	360092	8536401	Noreste de la estación meteorológica de Pampa Melchorita al borde este de la carretera Panamericana
NM3	359905	8534879	Al sudeste de la estación meteorológica de Pampa Melchorita
NM4	361768	8532578	En el km 172 + 500m de la carretera Panamericana cerca al limite norte del asentamiento “Nuevo Ayacucho”.
NM5	362235	8530613	Al límite norte del conjunto residencial de verano Wakama

**Tabla 4-6. Valores LEQ registrados en cada una de los sitios de Medición de Ruido.**

Receptor	Hora	LEQ en DBA
NM1	Día/Noche	40/30
NM2	Día/Noche	64/62
NM3	Día/Noche	43/29
Nuevo Ayacucho (NM4)	Día/Noche	55/53
Wakama (NM5)	Día/Noche	57/58

**Tabla 4-7. Coordenadas de los Sitios de Muestreo de Suelo**

Sitio / Fecha Muestreo	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
S-01 (21-Jun-02)	8 535 500	359 500
C-2 (04-Ago-02)	8 535 485	359 523
S-02 (21-Jun-02)	8 535 215	359 200
C-3 (04-Ago-02)	8 535 234	359 181

**Tabla 4-8. Parámetros y Métodos Analíticos Empleados para el Muestreo de Suelo**

Parámetro	Límite de Detección del Método	Método
Arsénico	0,05 mg/kg	EPA 6010-B
Cadmio	0,15 mg/kg	EPA 6010-B
Cobre	0,5 mg/kg	EPA 6010-B
Cromo	0,10 mg/kg	EPA 6010-B
Mercurio	0,100 mg/kg	EPA 6010-B
Níquel	0,5 mg/kg	EPA 6010-B
TPH	8 mg/kg	EPA 8015-M
Plomo	0,8 mg/kg	EPA 6010-B
Zinc	0,15 mg/kg	EPA 6010-B

**Tabla 4-9. Resultados del Muestreo de Suelo**

Parámetro	Unidad	Sitios				Criterios de Remediación de Suelos	
		S-01	S-02	C-2	C-3	CCME <sup>1)</sup>	LAWA <sup>2)</sup>
Arsénico	mg/kg	11,09	11,96	8,22	12,03	12	20 – 60
Cadmio	mg/kg	< 0,15	< 0,15	-	-	22	10 – 20
Cobre	mg/kg	18,2	19,2	14,1	28,0	91	
Cromo	mg/kg	11,16	15,8	15,57	27,97	87	100 – 250
Mercurio	mg/kg	< 0,10	< 0,10	-	-	50	2 – 5
Níquel	mg/kg	< 0,15	< 0,15	-	-	50	
TPH	mg/kg	< 8	< 8	-	-		1000 – 5000
Plomo	mg/kg	12,08	15,90	6,3	7,1	600	80 – 200
Zinc	mg/kg	24,6	29,1	-	-	360	500 - 2000

1) Canadian Council of Ministries of the Environment para uso industrial

2) LAWA: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Alemania)

**Tabla 4-10. Coordenadas y Profundidades de las Estaciones de Muestreo de Agua Marina**

Estación	Muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad de Muestras (m)		
		Este	Norte	Superficie (S)	Medio (M)	Fondo (P)
T2-10	Otoño, 2002	358419.05274	8533755.99842	1,0	5,0	10,0
T2-12	Otoño, 2002	358259.33919	8533596.64562	1,0	6,0	12,0
T2-16	Otoño, 2002 – Primavera, 2002	357008.03290	8532348.16574	1,0	8,0	16,0
T3-0	Otoño, 2002	358698.29765	8534739.28542	0,5		
T3-10	Otoño, 2002	358163.30463	8534205.52743	1,0	5,0	10,0
T3-12	Otoño, 2002 – Primavera, 2002	357934.60013	8533977.35089	1,0	6,0	12,0
T3-16	Otoño, 2002	356376.55964	8532422.90712	1,0	8,0	16,0
T4-10	Otoño, 2002 - - Primavera, 2002	357736.77350	8534478.10033	1,0	5,0	10,0
T4-12	Otoño, 2002	357553.42520	8534295.16698	1,0	6,0	12,0
T4-16	Otoño, 2002	356596.45881	8533340.36642	1,0	8,0	16,0
T5-10	Primavera, 2002	357529.92697	8534702.21996	1,0	5,0	10,0
T5-12	Primavera, 2002	357329.25559	8534502.00274	1,0	6,0	12,0
T5-16	Primavera, 2002	356371.26508	8533546.18038	1,0	8,0	16,0

**Tabla 4-11. Parámetros y Método Analítico para Agua Marina**

<b>Parámetro</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Límite de Detección del Método</b>
TSS	SM 2540-D	5 mg/l
TDS	EPA 160.1	10 mg/l
Bicarbonatos	SM 4500CO2-D	0,1 mg/l
Cloruros	EPA 325.3	1 mg/l
Fluoruros	EPA 340.2	0,01 mg/l
N-Nitratos	EPA 352.1	0,10 mg/l
Sulfatos	EPA 375.4	0,5 mg/l
Cianuro Total	EPA 335.2	0,004 mg/l
Ca	EPA 200.7	0,006 mg/l
Mg	EPA 200.7	0,002 mg/l
Na	EPA 200.7	0,04 mg/l
K	EPA 200.7	0,20 mg/l
Hg	EPA 200.7	0,0004 mg/l
Se	EPA 200.7	0,0004 mg/l
As	EPA 200.7	0,002 mg/l
Ba	EPA 200.7	0,006 mg/l
Cd	EPA 200.7	0,006 mg/l
Cr	EPA 200.7	0,004 mg/l
Cu	EPA 200.7	0,020 mg/l
Pb	EPA 200.7	0,03 mg/l
Ni	EPA 200.7	0,01 mg/l
Sr	EPA 200.7	0,0010 mg/l
Zn	EPA 200.7	0,006 mg/l
Detergentes	SM 5540-C	0,06 mg/l
Fenoles	SM 5530-D	0,1 mg/l
Aceites y Grasas	EPA 1664	5 mg/l
TPH	EPA 8015M	0,2 mg/l

**Tabla 4-12. Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Otoño, 2002)**

Parámetro	Unidad	Estación											ECA LGA Uso VI	BC Agua de Mar	EPA CCC*	
		T2-10-S	T2-10-M	T2-10-P	T2-12-S	T2-12-M	T2-12-P	T2-16-S	T2-16-M	T2-16-P	T3-10-S	T3-10-M				
<b>Parámetros físico-químicos</b>																
PH		7,93	7,93	7,77	7,92	7,95	7,63	7,99	8,01	7,65	7,86	7,82				6,5-8,5
Conductividad	MS/cm	52,8	52,8	52,7	52,9	53,0	53,0	52,8	52,9	52,7	52,7	52,7				
TSS	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5				
TDS	mg/L	35652	34992	35300	37116	36600	37588	32840	35412	36316	35084	35432				
<b>Iones Principales y de Interés</b>																
Bicarbonatos	mg/L	120,4	118,3	120,5	118,7	120,5	118,7	116,4	118,3	119,1	120,1	118,2				
Cloruros	mg/L	19494	19594	19494	19594	19494	19494	19394	18894	19994	19194	19394				
Fluoruros	mg/L	0,94	0,93	0,93	0,92	0,94	0,94	0,96	0,94	0,91	0,95	0,94				
N-Nitratos	mg/L	0,24	0,25	0,49	0,21	0,17	0,23	0,24	0,18	0,25	0,23	0,27	N.A.			
Sulfatos	mg/L	2649	2442	2461	2320	2274	2431	2797	2668	2672	2165	2636				
Cianuro total	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	N.R.	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,005	0,005	0,001	
<b>Metales totales</b>																
Ca	mg/L	458,3	524,6	456,5	470,2	494,3	474,0	183,1	199,2	460,6	181,1	177,0				
Mg	mg/L	1312	1499	1341	1315	1335	1382	1266	1423	1305	1350	1276				
Na	mg/L	10860	12360	11050	10870	11280	1140	10270	11550	10710	11290	10610				
K	mg/L	472,5	538,1	459,8	479,2	482,6	484,1	447,3	497,4	468,3	490,2	449,8				
Hg	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0002			0,00094
Se	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,010			0,071
As	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,0002	0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	0,050	0,0125	0,036	
Ba	mg/L	0,007	0,007	0,008	0,006	0,006	0,007	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005				
Cd	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,004	0,00012	0,0093	
Cr	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,050			
Cu	mg/L	0,038	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,027	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020				0,0031
Pb	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,030			0,0081
Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				0,0082
Sr	mg/L	8,037	<8,916	8,147	7,926	8,010	8,580	3,871	4,255	7,840	3,951	3,765				
Zn	mg/L	0,034	0,024	0,020	0,022	0,024	0,024	0,032	0,029	0,021	0,030	0,031				0,081
<b>Parámetros orgánicos</b>																
Detergentes	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06				
Fenoles	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,100			
Aceites y grasas	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5				
TPH	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2				

N.R.: No Registrado \* Valor para agua dulce, no agua de mar / \*\* CCC: Criterion Continuous Concentration <: Significa menor al nivel de detección indicado  
 Observaciones: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio

**Tabla 4-12: Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Otoño, 2002) (Cont...)**

Parámetro	Unid	Estación											ECA LGA	BC Agua de Mar	EPA CCC*	
		T3-12-S	T3-12-M	T3-12-P	T3-16-S	T3-16-M	T3-16-P	T4-10-S	T4-10-M	T4-12-S	T4-12-M	T4-12-P	Uso VI			
<b>Parámetros físico-químicos</b>																
pH		7,88	7,93	7,65	7,70	7,68	7,74	7,76	7,77	7,90	7,79	7,64				6,5-8,5
Conductividad	MS/cm	52,7	52,9	52,6	53,0	53,0	52,8	52,8	52,9	52,9	52,6	52,9				
TSS	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5				
TDS	mg/L	35112	33388	33444	35904	35456	37036	34712	34480	35552	35376	34528				
<b>Iones Principales y de Interés</b>																
Bicarbonatos	mg/L	119,9	120,3	118,6	122,1	120,2	124,7	118,3	122,0	120,4	118,0	120,5				
Cloruros	mg/L	19394	19394	19294	19394	19694	19594	19294	19394	19394	19094	19194				
Fluoruros	mg/L	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,93	0,95	0,94	0,95	0,94	0,94				
N-Nitratos	mg/L	0,27	0,48	0,22	0,33	0,34	0,37	0,23	0,39	0,27	0,32	0,40	N.A.			
Sulfatos	mg/L	2452	2431	2564	2336	2432	2447	2594	2568	2474	2570	2576				
Cianuro Total	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,005	0,005	0,001	
<b>Metales totales</b>																
Ca	mg/L	464,0	198,6	196,8	481,0	454,4	438,7	180,3	185,4	493,6	468,3	187,5				
Mg	mg/L	1310	1381	1448	1382	1312	1272	1378	1349	1387	1349	1404				
Na	mg/L	10880	11370	11950	11480	10780	10540	11530	11130	11530	11150	11660				
K	mg/L	472,6	495,8	497,5	469,7	467,3	449,7	489,2	480,6	494,8	481,5	498,9				
Hg	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0002			0,00094
Se	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,010			0,071
As	mg/L	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,050	0,0125	0,036	
Ba	mg/L	0,011	0,006	0,006	0,006	0,007	0,009	0,007	0,008	0,006	0,007	0,009				
Cd	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,004	0,00012	0,0093	
Cr	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,050			
Cu	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,039	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,024	0,028				0,0031
Pb	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,030			0,0081
Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				0,0082
Sr	mg/L	6,185	4,373	4,205	8,450	7,479	6,882	4,008	3,886	5,643	5,186	3,840				
Zn	mg/L	0,051	0,034	0,054	0,026	0,103	0,030	0,038	0,054	0,023	0,033	0,034				0,081
<b>Parámetros orgánicos</b>																
Detergentes	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06				
Fenoles	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,100			
Aceites y grasas	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5				
TPH	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2				

Tabla 4-12: Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Otoño, 2002) (Cont...)

Parámetro	Unidad	Estación			ECA LGA Uso VI	BC Agua de Mar	EPA CCC*	Promedio	Desviación Estándar	Máximo
		T4-16-S	T4-16-M	T4-16-P						
<b>Parámetros físico-químico</b>										
pH		7,80	7,55	7,62			6,5-8,5			
Conductividad	MS/cm	52,7	52,8	52,9						
TSS	mg/L	<5	<5	<5				< 5	0	< 5
TDS	mg/L	34616	36204	34288				35159	1154	37588
<b>Iones Principales y de Interés</b>										
Bicarbonatos	mg/L	120,0	120,3	120,7				120	2	125
Cloruros	mg/L	19494	19294	19394				19401	205	19994
Fluoruros	mg/L	0,94	0,96	0,95				1	0	1
N-Nitratos	mg/L	0,41	0,41	0,25	N.A.			0	0	0
Sulfatos	mg/L	2615	2654	2638				2515	143	2797
Cianuro Total	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	0,005	0,005	0,001	0	0	0
<b>Metales Totales</b>										
Ca	mg/L	180,3	190,2	195,1				335.8	146.8	524.6
Mg	mg/L	1282	1366	1454				1352	61	1499
Na	mg/L	10920	11390	12050				11185	502	12360
K	mg/L	474,1	497,5	525,1				479.9	22.9	538.1
Hg	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0002		0,00094	0,0004	0,0	0,0
Se	mg/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,010		0,071	0,0004	0,0	0,0
As	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	0,050	0,0125	0,036	0,0	0,0	0,0
Ba	mg/L	0,007	0,006	0,007				0,0	0,0	0,0
Cd	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	0,004	0,00012	0,0093	0,0	0,0	0,0
Cr	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	0,050			0,0	0,0	0,0
Cu	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020			0,0031	0,022	0,005	0,039
Pb	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,030		0,0081	0,0	0,0	0,0
Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01			0,0082	0,0	0,0	0,0
Sr	mg/L	3,873	4,175	4,290				5,8	2,0	8,9
Zn	mg/L	0,051	0,040	0,037			0,081	0,0	0,0	0,1
<b>Parámetros orgánicos</b>										
Detergentes	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06				<0,06	0	0
Fenoles	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,100			0	0	0
Aceites y grasas	mg/L	<5	<5	<5				0	0	0
TPH	mg/L	<0,2	<0,2	N.R.				0	0	0

N.R.: No Registrado \* Valor para agua dulce, no agua de mar / \*\* CCC: Criterion Continuous Concentration <: Significa menor al nivel de detección indicado  
Observaciones: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio

**Tabla 4-13. Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Primavera, 2002)**

Parámetro	Unid	Estación											ECA LGA	BC Agua de Mar	EPA CCC*
		T2-16-S	T2-16-M	T2-16-P	T3-12-S	T3-12-M	T3-12-P	T4-10-S	T4-10-M	T4-10-P	T5-10-S	T5-10-M	Uso VI		
<b>Parámetros Físico Químicos</b>															
pH		8,38	8,27	8,35	8,29	8,25	8,12	8,29	8,17	7,92	8,38	8,11			6,5-8,5
Conductividad	MS/cm	52,81	53,15	53,12	53,60	53,03	53,20	53,76	53,92	53,82	53,10	53,90			
TDS	mg/L	37 200	38 800	38 620	39 126	38 226	38 876	39 600	40 050	39 550	38 776	39700			
<b>Main and Concern Ions</b>															
Bicarbonatos	mg/L	125,9	118,9	129,2	113,2	119,1	125,9	120,0	125,9	126,1	126,7	125,9			
Cloruros	mg/L	19 653	19 954	19 703	19 954	19 853	19 653	19753	19954	19753	19653	19452			
Fluoruros	mg/L	0,46	0,45	0,44	0,47	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47			
N-Nitros	mg/L	0,12	0,12	<0,10	<0,10	0,21	0,11	0,18	0,55	0,22	0,22	0,32	N.A.		
<b>Metales Totales</b>															
Ca	mg/L	460,4	439,9	468,6	429,1	446,9	446,4	441,6	456,9	406,7	406,5	411,7			
Mg	mg/L	1513	1469	1459	1405	1475	1483	1431	1481	1353	1336	1379			
Na	mg/L	9397	9557	9296	9104	9573	9208	9374	9407	9250	9404	9599			
K	mg/L	480,6	47,0	454,9	465,2	490,1	474,0	479,4	485,3	453,1	440,9	454,7			
Hg	mg/L	<0,004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0002		0,00094
Se	mg/L												0,010		0,071
As	mg/L												0,050	0,0125	0,036
Ba	mg/L	0,009	0,007	0,008	0,006	0,009	0,009	0,008	0,006	0,010	0,009	0,008			
Cd	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,004	0,00012	0,0093
Cr	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,050		
Cu	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020			0,0031
Pb	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,030		0,0081
Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0082
Sr	mg/L	9,315	9,805	10,93	8,738	9,221	8,917	9,014	9,097	8,535	7,888	8,008			
Zn	Mg/L	0,025	0,015	0,042	0,025	0,023	0,029	0,023	0,020	0,018	0,048	0,040			0,081
<b>Parámetros Orgánicos</b>															
TPH	Mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			

N.R.: No Registrado \* Valor para agua dulce, no agua de mar / \*\* CCC: Criterion Continuous Concentration <: Significa menor al nivel de detección indicado Observaciones: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio

**Tabla 4-13. Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Marina (Primavera, 2002) (Cont..)**

Parámetro	Unidad	Estación							ECA LGA Uso VI	BC Agua de Mar	EPA CCC*	Promedio	Desviación Estándar	MAX
		T5-10-P	T5-12-S	T5-12-M	T5-12-P	T5-16-S	T5-16-M	T5-16-P						
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>														
pH		7,97	8,08	8,21	7,81	8,10	7,76	7,96			6,5-8,5			
Conductividad	MS/cm	53,84	53,78	52,80	53,95	53,54	53,80	53,75						
TDS	mg/L	39550	39850	38650	40600	39500	40350	39850				39 321	795	40 050
<b>Iones Principales y de Interés</b>														
Bicarbonatos	mg/L	126,0	125,6	119,2	126,2	125,6	125,6	119,5				123,6	4,1	129,2
Cloruros	mg/L	19552	19552	19552	19703	19753	19552	19653				19 703	143	19 954
Fluoruros	mg/L	0,47	0,47	0,46	0,46	0,49	0,47	0,46				0,47	0,01	0,47
N-Nitratos	mg/L	0,46	<0,10	0,11	0,14	0,12	0,13	0,25	N.A.			0,20	0,1	0,21
<b>Metales Totales</b>														
Ca	mg/L	389,4	372,4	424,1	447,0	386,7	387,0	391,9				420,4	29,2	468,6
Mg	mg/L	1329	1264	1399	1471	1303	1294	1325				1381	98	1513
Na	mg/L	9417	8854	9897	10460	8863	9095	9299				9368	373	9599
K	mg/L	444,4	419,6	464,7	494,6	422,6	429,6	436,3				457,9	22,2	490,1
Hg	mg/L	<0,0004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,0002		0,00094	-	-	-
Ba	mg/L	0,008	0,008	0,009	0,008	0,015	0,008	0,008				0,008	0,002	0,010
Cd	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,004	0,00012	0,0093	-	-	-
Cr	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,050			-	-	-
Cu	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020			0,0031	-	-	-
Pb	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,030		0,0081	-	-	-
Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0082	-	-	-
Sr	mg/L	7,805	7,371	8,249	8,699	7,443	7,639	7,690				8,495	0,910	10,93
Zn	mg/L	0,083	0,028	0,032	0,031	0,018	0,061	0,015			0,081	0,031	0,017	0,083
<b>Parámetros Orgánicos</b>														
TPH	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2				-	-	-

N.R.: No Registrado

\* Valor para agua dulce, no agua de mar / \*\* CCC: Criterion Continuous Concentration

<: Significa menor al nivel de detección indicado

Observaciones: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio

**Tabla 4-14. Coordenadas y Profundidades de las Estaciones de Muestreo de Sedimentos Marinos**

Estación	Muestreo	Coordenadas UTM		Profundidad m
		Este	Norte	
T2-10	Otoño, 2002	358419.05274	8533755.99842	10
T2-12	Otoño, 2002	358259.33919	8533596.64562	12
T2-16	Otoño, 2002 – Primavera, 2002	357008.03290	8532348.16574	16
T3-0	Otoño, 2002	358698.29765	8534739.28542	-
T3-10	Otoño, 2002	358163.30463	8534205.52743	10
T3-12	Otoño, 2002 – Primavera, 2002	357934.60013	8533977.35089	12
T3-16	Otoño, 2002	356376.55964	8532422.90712	16
T4-10	Otoño, 2002 - - Primavera, 2002	357736.77350	8534478.10033	10
T4-12	Otoño, 2002	357553.42520	8534295.16698	12
T4-16	Otoño, 2002	356596.45881	8533340.36642	16
T5-10	Primavera, 2002	357529.92697	8534702.21996	10
T5-12	Primavera, 2002	357329.25559	8534502.00274	12
T5-16	Primavera, 2002	356371.26508	8533546.18038	16

**Tabla 4-15. Parámetros y Métodos Analíticos para Sedimentos Marinos**

Parámetro	Método de Análisis	Límite de Detección del Método
Arsénico	EPA 6010-B	0,05 mg/kg
Cadmio	EPA 6010-B	0,15 mg/kg
Cobre	EPA 6010-B	0,5 mg/kg
Cromo	EPA 6010-B	0,10 mg/kg
Mercurio	EPA 6010-B	0,10 mg/kg
Níquel	EPA 6010-B	0,5 mg/kg
TPH	EPA 8015-M	8 mg/kg
Plomo	EPA 6010-B	0,8 mg/kg
Zinc	EPA 6010-B	0,15 mg/kg

**Tabla 4-16. Estadística de los Resultados de Análisis de Sedimentos (Otoño, 2002)**

Parámetro	Unidad	Estación											ECA		Desv. Estándar
		T2-10	T2-12	T2-16	T3-0	T3-10	T3-12	T3-16	T4-10	T4-12	T4-16	T4-10D*	CCME <sup>(1)</sup>	Promedio	
Arsénico	mg/kg	5,36	10,73	7,94	1,94	3,72	9,80	13,64	3,18	6,41	9,68	4,69	12	7,01	3,65
Cadmio	mg/kg	< 0,15	< 0,15	2,08	< 0,15	< 0,15	< 0,15	2,49	< 0,15	< 0,15	2,93	< 0,15	22	2,49 (max)	-
Cobre	mg/kg	19,3	16,9	8,0	14,6	18,6	15,7	9,3	13,5	18,2	9,9	18,8	91	14,62	4,48
Cromo	mg/kg	11,33	19,88	11,21	4,47	9,64	20,07	15,07	10,63	11,04	13,39	6,98	87	12,16	4,79
Mercurio	mg/kg	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,21	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,26	50	0,26 (max)	-
Níquel	mg/kg	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	50	< 0,5	-
TPH	mg/kg	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8		< 8	-
Lead	mg/kg	53,8	85,5	41,1	29,3	50,5	51,2	61,9	46,3	53,4	53,5	43,2	600	51,79	14,05
Zinc	mg/kg	45,81	47,83	23,02	44,37	45,79	44,34	28,23	41,85	45,92	26,68	47,26	360	40,10	9,28

(1) Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999

\*Muestra Duplicada

**Tabla 4-17. Estadística de los Resultados de Análisis de Sedimentos (Primavera, 2002)**

Parámetro	Unidad	Estación							CCME <sup>(1)</sup>	Promedio	Desv. Estándar
		T2-16	T3-12	T4-10	T5-10	T5-12	T5-16	T5-20			
Arsenic	mg/kg	10,29	11,9	9,35	9,41	8,14	7,3	7,16	12	9,08	1,70
Cadmium	mg/kg	2,53	2,42	1,91	1,95	2,17	2,43	2,20	22	2,23	0,24
Copper	mg/kg	9,7	11,4	12,5	9,9	19,0	9,2	8,7	91	11,49	3,56
Chromium	mg/kg	6,93	7,41	6,21	6,68	5,53	6,32	6,0	87	6,44	0,62
Mercury	mg/kg	< 0,10	<10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	50	-	-
Nickel	mg/kg	3,0	3,4	3,2	3,0	3,5	2,6	2,6	50	3,17	0,59
TPH	mg/kg	< 8	<8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8		-	-
Lead	mg/kg	9,2	10,8	9,8	8,8	8,6	8,5	9,2	600	9,27	0,81
Zinc	mg/kg	23,07	29,95	29,75	36,45	29,23	40,06	25,01	360	29,60	6,53

(1) Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999