



## 5.0

## IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

---

### 5.1 INTRODUCCIÓN

Petro-Tech Peruana S.A. (Petro-Tech), como parte de su programa de exploraciones *off shore*, ha previsto la implementación del Proyecto de Prospección Sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48, ubicado en la zona marítima del departamento de Ancash (provincias de Santa y Casma). El proyecto se desarrollará íntegramente en el ámbito marítimo, cuyos límites de encuentran alejados del sector costero.

La prospección sísmica marina consiste en la determinación de posibles áreas con potencial de reservas de hidrocarburos, la misma que constituye una primera fase dentro del esquema de desarrollo de hidrocarburos. Para ello, debido a las actividades que se desarrollarán, se utiliza una embarcación científica (R/V Gulf Supplier), la misma que cuenta con un conjunto de equipos diseñados para las operaciones sísmicas *off shore*, cuya descripción fue realizada en los capítulos anteriores. Esta embarcación científica se desplaza de manera continua a través de una línea sísmica o trayecto definido a través del cual va accionando las cámaras de aire (arreglo sísmico o airguns), con la finalidad de determinar las características de las estructuras existentes en el ámbito del Lote Z-48.

Durante el accionamiento de las cámaras de aire, la misma que se realiza de forma continua a lo largo del trayecto de las líneas sísmicas, se van generando ondas acústicas, las cuales son direccionadas en forma vertical, desde aproximadamente 7,0 m debajo de la superficie (localización del arreglo sísmico), hacia el fondo marino (estructuras geológicas), cuya energía se va disipando a medida que se profundiza en la columna de agua. La generación de ondas acústicas constituye el principal aspecto ambiental de la adquisición sísmica marina, la misma que forma parte del presente análisis.

En el presente análisis ambiental, se evalúan los posibles y potenciales efectos que pueden generar las actividades de adquisición sísmica, principalmente debido a la generación de ondas acústicas y su influencia sobre los recursos marinos identificados en el Lote Z-48.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se ha tomado en cuenta lo señalado en el artículo 27° del Decreto Supremo N° 015-2006-EM que aprueba el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Este Reglamento establece como requisito la identificación y evaluación de los impactos ambientales que pueda ocasionar el proyecto, así como aquellos que pueden prevenirse, mitigarse y corregirse. Adicionalmente, se realizará la evaluación y descripción de los impactos ambientales directos e indirectos, acumulativos y sinérgicos, a corto y largo plazo.



Los impactos han sido evaluados considerando un área de influencia directa definida por las líneas y rutas sísmicas, a través del cual se realizará la emisión de ondas acústicas. En esta evaluación se analiza el comportamiento que tendrá principalmente la fauna marina al momento de la implementación del proyecto.

## 5.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto de adquisición sísmica se utilizará una metodología cualitativa basada en el análisis matricial. Esta metodología se basa en la interacción de las actividades del proyecto y los factores ambientales a fin de identificar y determinar los impactos ambientales.

La secuencia metodológica para el análisis ambiental comprende:

- Análisis del proyecto: Identificación de acciones del proyecto
- Identificación de factores ambientales que podrían ser afectados
- Análisis causa – efecto: Identificación de impactos ambientales
- Evaluación de los impactos ambientales (valoración cualitativa/ análisis matricial)
- Análisis de resultados de la evaluación de los impactos ambientales
- Jerarquización y ordenamiento de los impactos ambientales evaluados

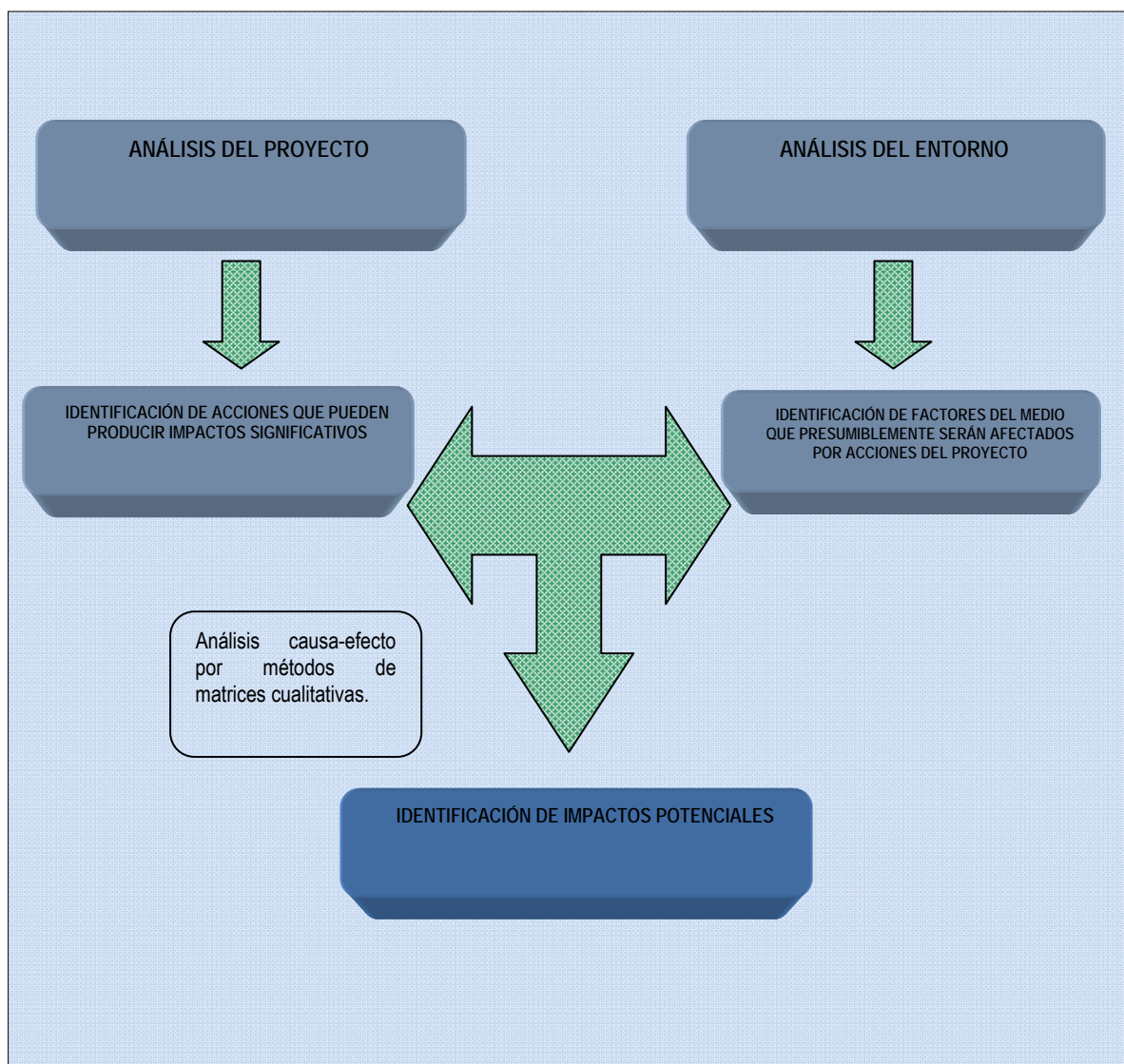
La identificación y evaluación de los impactos sociales se presenta de manera independiente en otras secciones. Sin embargo, para su análisis se utilizará el mismo esquema metodológico empleado para los impactos ambientales, considerando la identificación de factores sociales, las acciones del proyecto, que son las mismas referidas en el tema ambiental y otras.

Para el análisis ambiental del proyecto de adquisición sísmica en el Lote Z-48 se ha tenido en cuenta también las investigaciones científicas relacionadas con el desarrollo de proyectos de sísmica (fundamentos teóricos y científicos) así como también experiencias de análisis en los proyectos de supervisión ambiental en Lotes actualmente en exploración por parte de Petro-Tech. La experiencia de los proyectos de exploración constituye un importante aporte en la identificación y la valoración de los impactos ambientales, permitiendo un análisis complementario para la evaluación de los impactos ambientales.

En la Figura 5-1 se presenta el esquema del análisis metodológico para la identificación de los impactos ambientales. Posteriormente, los impactos identificados serán valorados cualitativamente a través del análisis matricial.



Figura 5-1 Secuencia metodológica para la identificación de impactos ambientales



### 5.2.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO: IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DEL PROYECTO

Las acciones del proyecto corresponden a las actividades operativas del proyecto de prospección sísmica marina en todas sus etapas, con potencial de generación de impactos ambientales. Para el análisis ambiental se consideran aquellas acciones que podrían generar impactos ambientales significativos. Las principales acciones del proyecto corresponden a la etapa de adquisición sísmica 2D y 3D, debido a que en dicha etapa se genera la emisión de las ondas acústicas por el accionamiento de las cámaras de aire, la cual se presentará a lo largo de las rutas o líneas sísmicas proyectadas. Sin embargo, existen otras acciones y actividades con potencial de generación de impactos y riesgos ambientales; así como también a la salud y seguridad.

Las acciones del proyecto de adquisición sísmica son aquellas que pueden generar impactos ambientales que pueden ser significativos para el ecosistema marino. La actividad de prospección sísmica se caracteriza por ser puntual y focalizada hacia ámbitos específicos definidos por las rutas o líneas sísmicas, por donde se desplazará la embarcación científica. Es importante señalar que la



embarcación científica pasa por una sola vez por la ruta definida, en la cual, va accionando las cámaras de aire que generarán las ondas acústicas.

Las acciones operativas del proyecto de prospección sísmica identificadas son:

- Desplazamiento de la embarcación científica en las áreas de adquisición sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48
- Registro y adquisición sísmica (accionamiento de las cámaras de aire)
- Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos

De forma previa a las actividades señaladas, Petro-Tech realizará las coordinaciones con las respectivas Capitanías de Puerto (desde el zarpe en Talara u otra área de registro), hasta su llegada al área de registro en el Lote Z-48.

A continuación, se presenta la descripción de las acciones identificadas:

#### 5.2.1.1 DESPLAZAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN CIENTÍFICA EN LAS ÁREAS DE ADQUISICIÓN SÍSMICA 2D Y 3D EN EL LOTE Z-48

De acuerdo al diseño del proyecto, una vez se inicien las actividades operativas de la sísmica, el barco científico R/V Gulf Supplier se trasladará hacia las áreas de registro para iniciar el proceso de adquisición sísmica. El desplazamiento de la embarcación será desde el puerto de Talara o desde otra área de registro o Lote en donde se encuentre operando Petro-Tech. En la identificación y evaluación de impactos ambientales solo se considerará como actividad el desplazamiento y presencia del R/V Gulf Supplier en el ámbito del Lote Z-48.

El desplazamiento del barco por las líneas o rutas sísmicas en el área de registro se realiza de acuerdo a un programa previamente establecido, en la cual, para el caso de la sísmica 2D el desplazamiento se realiza en el ámbito de todo el Lote; para la sísmica 3D el desplazamiento se realiza en un grillado más reducido (áreas específicas).

La embarcación científica tiene una autonomía de crucero de 45 días. La velocidad operativa de la embarcación proyectada durante la adquisición sísmica será de 7,44 km/hr (4 nudos). El desplazamiento del barco es constante de manera que el registro es continuo a lo largo de la línea sísmica. Para la adquisición sísmica 2D, el recorrido de la embarcación será de 2 272,00 km.

El desplazamiento y presencia de la embarcación R/V Gulf Supplier podría generar impactos ambientales y sociales que se identificarán y evaluarán.

#### 5.2.1.2 REGISTRO Y ADQUISICIÓN SÍSMICA

El registro y adquisición sísmica 2D y 3D corresponde a la actividad principal del proyecto, la cual comprende las acciones siguientes:

- Posicionamiento en el área de registro
- Verificación y calibración del equipo de registro (cámaras de aire, hidrófonos, cable, "bird", otros)
- Tendido del cable sísmico



- Accionamiento de las cámaras de aire

Una vez que se ha determinado el área de registro sísmico, luego de verificar la operatividad del equipamiento, se realizará el tendido del cable sísmico, el mismo que tiene una longitud de hasta 6,0 km. (sísmica 2D); este cable se encuentra sumergido a unos 7,0 m debajo de la superficie del agua (sostenido por dispositivos denominados “bird”) que permite la flotabilidad del cable.

El registro de datos sísmicos se realiza mediante el accionamiento de las cámaras de aire (airguns) que generan ondas de sonido (burbuja de aire de alta presión) que se dirigen hacia el fondo del mar atravesando la estructura geológica, la cual rebota y se dirige – a manera de una señal sísmica – hacia la superficie para ser captada por los hidrófonos. Esta emisión rápida avanza a medida que la burbuja se expande y genera una onda acústica u onda de energía que continúa su viaje hacia las profundidades del subsuelo marino.

El barco de sísmica se desplazará a una velocidad constante de 4 nudos, en la cual, las emisiones de las ondas acústicas no serán simultáneas, por cuanto, se establece que no habrán efectos acumulativos dado que las ondas se disiparán, determinándose también un efecto de impedancia acústica.

En las siguientes secciones se realiza una explicación a mayor detalle del comportamiento y dinámica de las ondas acústicas.

#### 5.2.1.3 RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos generados por las diferentes actividades en la embarcación científica son segregados y almacenados dentro de sus instalaciones. Los residuos domésticos (plásticos, cartón, etc.) son colocados en bolsas negras de polietileno. Los residuos de alimentos son tratados por medio de un triturador de alimentos, cuyos restos son dispuestos al mar más allá de las 3 millas de la costa.

Los aceites usados industriales son segregados, realizándose su almacenamiento temporal en cilindros de 55 galones, no utilizándose cilindros con tapa desmontable. Los aceites usados domésticos se almacenan en bidones de plástico de 5 galones de capacidad.

Todos los residuos almacenados son posteriormente derivados a un puerto autorizado donde es recepcionada por una EPS-RS quien realiza su transporte y disposición final a un lugar autorizado.

#### 5.2.2 FUNDAMENTO CIENTÍFICO SOBRE LA DINÁMICA DE LAS ONDAS ACÚSTICAS

El proyecto de prospección sísmica en el Lote Z-48 utilizará un arreglo de 28 cámaras de aire o airguns, que consisten en esferoides metálicos de 30 a 50 cm de diámetro cargados con aire sometido a alta presión. Cuando un conjunto de airguns libera simultáneamente el aire que contiene (3 480 pulgadas cúbicas para sísmica 2D y 1 020 pulgadas cúbicas para sísmica 3D) se genera una señal o energía sísmica. La diferencia de presión se convierte en una burbuja, la cual se expande rápidamente en el agua en forma de ondas acústicas. Estas ondas al chocar con el fondo marino se generan ecos de cada una de las diferentes capas geológicas del subsuelo, los cuales son captados por hidrófonos dispuestos en el cable sísmico.



Las ondas acústicas son ondas comprensionales (o longitudinales) cuyas frecuencias están dentro del espectro audible. Las ondas acústicas son también ondas mecánicas porque se propagan al interior de un material en forma de fluctuaciones de presión. Una de las características de estas ondas es que el movimiento de las partículas se realiza a lo largo de la dirección de propagación de éstas. La razón de cambio de las fluctuaciones de presión determina la frecuencia de la onda.

El nivel de sonido de una onda acústica depende de factores como: nivel de presión sonora, frecuencia, tiempo de exposición al sonido y ambiente de propagación (agua).

#### a) Nivel de Presión Sonora

Dado que una onda sonora está compuesta generalmente por un amplio rango de intensidades de presión, se emplea una escala logarítmica para su medición. La escala logarítmica más utilizada es la escala del decibelio (dB). Sin embargo, el concepto de decibelio (dB) carece de significado físico en tanto no se indique la magnitud de referencia.

El nivel de intensidad (IL), de la intensidad del sonido se define como:

$$IL = 10 \log \frac{I_i}{I_o}$$

Donde:  $I_i$  es el nivel de intensidad medido (watt/m<sup>2</sup>)

$I_o$  es un nivel de intensidad de referencia (watt/m<sup>2</sup>)

De manera similar, puesto que la intensidad es proporcional al cuadrado de la presión, la expresión en dB para el nivel de presión del sonido (SPL) es:

$$SPL = 10 \log \frac{P_i^2}{P_o^2} = 20 \log \frac{P_i}{P_o}$$

Donde:  $P_i$  es el nivel de presión medida (Pascal).

$P_o$  es el nivel de presión de referencia (Pascal).

Es importante indicar que el decibel es una medida relativa y no una unidad para medir el sonido.

Los niveles de referencia  $I_o$  ó  $P_o$  serán diferentes para el aire y el agua. Para la medida del sonido en el aire, el nivel de referencia para la intensidad será  $I_o = 10^{-12} \text{ watts/m}^2$ . Este valor corresponde al límite inferior de audición humana.

$$P_o(\text{aire}) = 20.4 \mu Pa \quad (\text{ó} \quad 0.0002 \quad \mu bar)$$

Para la medida del sonido en el agua, el nivel de presión de referencia es:

$$P_o(\text{agua}) = 1 \mu Pa \quad (\text{ó} \quad 0.000001 \quad \mu bar)$$

En acústica submarina, el nivel sonoro se especifica a 1 m de la fuente. Por tanto, la referencia del nivel sonoro debe incluir el número de decibeles, el nivel de referencia y la distancia a la fuente. Así por ejemplo:





$$SPL = 65 \text{ dB, re } 1\mu\text{Pa}@1\text{m}$$

Se entiende que los 65dB están expresados a  $1\mu\text{Pa}$ , a 1 m de la fuente.

Se realiza esta precisión a fin de diferenciar los conceptos de presión acústica y niveles sonoros. Así por ejemplo, el nivel sonoro en el agua y en el aire para una presión de  $10\text{Pa}$ , resulta igual a 140 dB y 114 dB respectivamente. Por tanto, para fines de comparación de niveles sonoros existe una diferencia que requiere de la especificación de los niveles de referencia.

En acústica submarina y con fines del análisis del proyecto, se hará referencia a número de decibeles y el tipo de presión acústica estará expresada en: presión acústica pico a pico, presión acústica cero a pico y presión acústica rms (*root mean square*) o eficaz. Esta expresión de presión sonora se realiza de acuerdo a lo señalado en la descripción del proyecto.

### *a.1 Presión Acústica Pico a Pico (p-p)*

Esta expresión o unidad es utilizada con frecuencia en operaciones sísmicas, incluyendo el arreglo establecido por Petro-Tech para el Proyecto de Sísmica del Lote Z-48. Se expresa en  $\text{MPa}\cdot\text{m}$  (o  $\text{bar}\cdot\text{m}$ ) y determina la presión acústica que generan todas las cámaras de aire como si estuviera concentrada en un punto, por cuanto, se indica como nivel de presión acústica en  $\text{MPa}$  a 1 m de la fuente (cámaras de aire). La expresión "pico a pico" significa la diferencia entre el pico positivo y el pico negativo del pulso acústico generado por el arreglo de las cámaras de aire.

*Para el Proyecto de Sísmica en el Lote Z-48, el SLP es de 263dB (p-p), que corresponde a un valor de presión acústica de 13,4 Mpa (equivalente a 134 bar-m).*

### *a.2 Presión Acústica Cero a Pico (0-p)*

Este nivel de presión representa a la amplitud registrada entre el cero y el pico positivo. Los valores calculados a partir de la presión acústica p-p son 6 dB mayores que los calculados a partir de la presión acústica 0-p (Greene 1997; McCauley y otros 1998, 2000).

*Para el Proyecto de Sísmica en el Lote Z-48, el SLP es de 257dB (0-p), que corresponde a un valor de presión acústica de 7,11 Mpa (equivalente a 71,1 bar-m).*

### *a.3 Presión Acústica rms*

La presión acústica rms corresponde al promedio de la presión acústica sobre la duración del pulso. La comparación entre valores de presión acústica registrados en un mismo punto y generados por el mismo arreglo de cámaras de aire determinan que los valores del SLP rms pueden estimarse entre 10 a 12 dB menores que los valores de 0-p y unos 16 dB menores al p-p (Greene, 1997; McCauley y otros 1998, 2000). Debe tenerse en cuenta que los valores rms dependen de la duración del pulso, la cual a su vez depende de la distancia a la fuente y de las condiciones de propagación del medio (características del medio marino), el cálculo de los valores de rms requiere de los valores de niveles de presión y de la duración del pulso, las mismas que debe especificarse con fines de comparación.



En general, en el análisis ambiental para la determinación de los impactos ambientales generados por el arreglo sísmico de las cámaras de aire, la unidad de presión sonora utilizada corresponde a valores rms, lo cual no es comparable con valores p-p o 0-p, dado que estos últimos corresponden a unidades que expresan el arreglo de las cámaras de aire. Por tanto, los valores p-p o 0-p resultan siempre mayores a los valores expresados en rms.

La expresión rms ha sido utilizada para la determinación de los efectos de las ondas acústicas sobre los mamíferos marinos (adoptada por la United States National Marine Fisheries Service).

Por otro lado, Madsen (2005) sugiere la utilización de niveles de presión sonora pico a pico y energía equivalente para la evaluación de niveles sonoros y su impacto sobre los mamíferos marinos.

#### b) Frecuencia

La frecuencia de las ondas sonoras se mide por el número de pulsos o ciclos por segundo o Hertz (Hz). Los sonidos de frecuencias baja tienen pocos ciclos por segundos (hasta diez a cientos ciclos por segundo). El nivel de 1 000 Hz o 1 kilohertz (1kHz) se considera a menudo el umbral del sonido de frecuencia intermedia. Los humanos pueden escuchar sonidos que varían entre 20 Hz a 200 000 Hz (20kHz).

La mayoría de cámaras de aire emiten sonidos cuyas frecuencias corresponden a la banda baja (rango menor a 1kHz). Es importante tener en cuenta que el sonido no corresponde a un solo tono o acorde, sino que está compuesto por un rango de tonos no diferenciales.

El output de un arreglo de cámaras de aire, tiene un pico generalmente en el rango de 50 Hz, con un pico secundario localizado en el rango de 150 a 200 Hz, y otros picos secundarios que decrecen hasta 1 kHz [Cummings y Brandon, 2004].

Para el Lote Z-48, la intensidad máxima generada por la sísmica marina será de 215 dB (en un rango de frecuencia de 10,0 – 50,0 Hz), expresado como el máximo valor espectral. Por tanto, la frecuencia máxima será de 50 Hz.

#### c) Tiempo de exposición

En general, la mayoría de seres vivos reacciona más drásticamente a sonidos constantes que a sonidos débiles. Esto se debe a que los sistemas de percepción no reaccionan inmediatamente al sonido.

#### d) Ambiente de propagación

Debido a que el agua y el aire son fluidos con diferentes características, una onda sonora no se desplazará de manera similar en dichos ambientes. La impedancia acústica es un valor que indica las condiciones para que el sonido se propague a través de un medio. Este valor se obtiene al multiplicar la densidad específica del medio por donde se propaga el sonido ( $\rho$ ) y la velocidad de propagación del sonido en el medio ( $c$ ). La unidad de la impedancia acústica es el rayl que es igual a Pascal/seg/m ó Kg./m<sup>2</sup>/seg.





La impedancia acústica es un factor importante en todas las evaluaciones de ondas acústicas, especialmente cuando se compara medidas de sonido en el aire y en el agua.

### 5.2.2.1 FACTORES DE ATENUACIÓN DE LAS ONDAS ACÚSTICAS

La intensidad de las ondas acústicas generalmente decae con la distancia a la fuente. Esta atenuación se manifiesta en el plano horizontal y en el plano vertical (columna de agua). Los principales factores que determinan el debilitamiento de la intensidad sonora con la distancia son:

- “Spreading” Geométrico: Para el caso de una fuente puntual (campo lejano), las ondas acústicas se propagan como ondas esféricas, la energía decae proporcionalmente con la inversa de la distancia al cuadrado.
- Reflexión/Transmisión: Las ondas de presión se transmiten dentro de la base del fondo marino y son reflejadas por las capas geológicas. Algunas veces las señales reflejadas/transmitidas en el agua, son más fuertes que la señal primaria transmitida, pero debido a las diferentes trayectorias de propagación, las señales reflejadas/transmitidas no tienen las mismas características como aquel pulso que se genera cerca de la fuente sísmica. Una señal generada a grandes distancias de la fuente sísmica generalmente es el resultado de procesos reflexión/transmisión.
- Absorción: La pérdida por transmisión debido a fenómenos disipativos friccionales y a fenómenos caloríficos es función exponencial de la distancia. Normalmente, este proceso es débil en el mar.
- Los procesos de reflexión, refracción, difracción y scattering, que se dan por la heterogeneidad del medio, causan aparentes pérdidas de energía. Debido a que las heterogeneidades en el agua son muy pequeñas comparadas con la longitud de la señal, el efecto de atenuación se da principalmente cuando las señales se propagan a través del fondo marino y el subsuelo.

### 5.2.2.2 FUENTES EXTERNAS DE GENERACION DE RUIDO

Existen otras fuentes de ruido de origen natural y antrópico que se generarán durante los trabajos de prospección sísmica. La dinámica y comportamiento de estas ondas sonoras son distintos a las generadas por un arreglo de cámaras de aire o airguns, cuya explicación y fundamentos fueron expuestos en los párrafos precedentes. Sin embargo, existe la necesidad de considerar la descripción de estas posibles fuentes en el análisis ambiental.

La operación de la embarcación científica Gulf Supplier y la embarcación de apoyo, durante las operaciones sísmicas, generarán un incremento en el nivel de ruido natural, debido al uso de equipos de propulsión y potencia (motores diesel, hélices, generadores, compresores). Este ruido generado (no equivalente a niveles de presión sonora de ondas compresionales), son típicos de ruidos generados por otras embarcaciones (pesqueras, remolcadoras, lanchas, etc.) con frecuencias variables.

El nivel de presión sonora en la fuente (dB re 1 $\mu$ Pa, estimado rms) que podría generar una embarcación con características similares al Gulf Supplier (dos motores), estaría alrededor de 159 dB a una frecuencia de 0,63 kHz.

Según investigaciones realizadas por Andrew (2002), entre los años 1950 y 2000, el ruido ambiental en el ámbito marino ha tenido un incremento de 16dB debido al incremento del tráfico marítimo.



### 5.2.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES QUE PODRÍAN SER AFECTADOS

En el esquema metodológico propuesto, antes de la identificación y evaluación de los efectos e impactos del proyecto, se realizó la identificación de componentes y factores ambientales que podrían ser influenciados por las acciones significativas del proyecto. De la misma manera que en la selección de acciones significativas, se realizó también la identificación de factores ambientales significativos, considerando para ello experiencias de supervisión ambiental de operaciones prospección sísmica en otros Lotes, así como investigaciones científicas (por ejemplo: Richardson y otros) que han estudiado el comportamiento de determinados seres vivos en relación a la generación de ondas acústicas.

El ambiente y los seres vivos están en una mutua relación: el ambiente influye sobre los seres vivos y éstos influyen sobre el ambiente y sobre otros seres vivos. La forma en que ambos se influyen o condicionan se ha llegado a denominar como *factores o condicionantes ambientales o ecológicos*. La influencia del ambiente sobre los seres vivos es la suma de todos y cada uno de los factores ambientales<sup>1</sup>.

La base para la identificación de los factores ambientales se efectuó a partir de la identificación de los componentes ambientales determinados por la caracterización de la línea base ambiental. En la determinación de la línea base ambiental también se establecieron las interacciones entre componentes ambientales determinados por factores ecológicos.

Cuadro 5-1 Componentes y Factores Ambientales

Medio	Componente	Factores Ambientales
Medio Físico	Agua	Calidad del agua
		Nivel de presión sonora
		Generación de residuos
	Aire	Calidad del aire
		Nivel de Presión Sonora
	Sedimentos	Calidad de sedimentos
Generación de residuos		
Medio Biótico	Fauna	Recursos Pesqueros
		Mamíferos marinos
		Huevos y larvas
		Zooplancton
		Tortugas
		Aves
		Macrozoobentos
	Flora	Fitoplancton
		Macroalgas

<sup>1</sup> Fuente: [www.peruecologico.com.pe](http://www.peruecologico.com.pe)



Las mayores investigaciones publicadas respecto al impacto de la sísmica marina están referidas a los mamíferos marinos; existiendo también algunas publicaciones acerca de las tortugas marinas y los recursos pesqueros.

Para el análisis ambiental del proyecto respecto a los mamíferos y tortugas marinas, se tendrá en cuenta la capacidad auditiva de estas especies así como los límites de umbral que determinan las variaciones en su comportamiento.

Entre los factores ambientales abióticos, en los cuales, se ha identificado mayormente un elemento de riesgo ambiental se encuentra:

- Calidad del agua de mar
- Calidad de los sedimentos marinos

Otros factores ambientales, también asociados a elementos de riesgo lo constituyen los aspectos de salud y seguridad (referida a la tripulación y personal científico dentro de la embarcación).

#### 5.2.3.1 TOLERANCIA ACÚSTICA DE LOS MAMÍFEROS MARINOS

El conocimiento de los rangos de frecuencias que pueden soportar los grandes mamíferos, centrado en el oído y percepción de frecuencias discretas de sonido, solo ofrece un aspecto parcial de la percepción acústica de estas especies. El peligro de un gran daño fisiológico es relativamente bajo; aparentemente solo se podría dar en situaciones topográficas inusuales, es decir, podría haber lugares particulares en el fondo oceánico que propiciarán que las ondas se amplifiquen por encima de valores calculados (por ejemplo, cuevas donde las ondas podrían intensificarse debido a reflexiones sucesivas) [Cummings, Brandon, 2004].

Las ballenas son muy grandes para ser estudiadas en cautiverio, pero su patrón de vocalización puede ser examinado para determinar su rango de percepción auditiva, básicamente frecuencias de 20 a 500Hz, aunque algunas frecuencias de sus llamadas ocurren arriba de los 8kHz. Las ballenas, delfines, cachalotes, etc., perciben sonidos de alta frecuencia en la banda de 100Hz a 100kHz aproximadamente, con una especial concentración de sensibilidad en la banda de 10 a 70 KHz. Las grandes ballenas son muy susceptibles al impacto directo de las salidas de baja frecuencia de las cámaras de aire.

Según Richardson (1995) y otros autores, la capacidad auditiva de los mamíferos marinos depende de los siguientes factores:

- Umbral de audición absoluto en la frecuencia de interés (nivel sonoro apenas perceptible en ausencia de ruido ambiente).
- Relación señal –ruido requerida para detectar un sonido a determinada frecuencia en presencia de ruido ambiente con frecuencias parecidas.
- Habilidad para detectar la dirección del sonido a frecuencias de interés.
- Habilidad para discriminar o diferenciar entre sonidos de diferentes intensidades y frecuencias.

Es de conocimiento que estas especies de mamíferos dependen del sonido para comunicarse, alimentarse y ecolocalizarse, habiéndose demostrado que reaccionan ante ruidos generados por actividades humanas.



Los misticetos (ballenas grises, jorobadas, franca del norte), pueden escuchar sonidos con frecuencias en la banda de 12 Hz- 8 kHz, con gran capacidad auditiva a bajas frecuencias, menores a 1kHz. Las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangiae*) muestran cambios de comportamiento en respuesta a niveles recibidos de 107 – 126 dB re  $\mu$ Pa a lejanas distancias de la fuente emisora de 30 km (McCauley and Duncan 2001).

Los odontocetos (orcas, delfines, cachalotes), pueden escuchar sonidos en una banda de frecuencias de 75-125 Hz a 105-150 kHz, con mejor audición en 10 kHz-100 kHz mientras que la audición es pobre para frecuencias menores a 1 kHz.

Los pinnípedos (focas, leones marinos), escuchan bien en la banda de frecuencias de 300 Hz-100 kHz, con niveles de presión sonora entre 60 y 140 dB re  $1\mu$ Pa. Asimismo, se sabe que los pinnípedos evitan los lugares asociados con ruido alto, rechazan las zonas de alimentación y apareamiento, resultando en una disminución de su reproducción (Kastak et al., 1999); en tanto, los efectos acústicos en pingüinos son desconocidos (Gill & Evans, 2002).

De lo señalado se puede mencionar que los misticetos tienen un sistema auditivo muy sensible en frecuencias similares a las generadas por el arreglo de las cámaras de aire (airguns), establecidas en bandas de bajas frecuencias, entre 5 y 100 Hz. Por tanto, uno de los factores ambientales de mayor significancia estaría determinado por el comportamiento de los misticetos, que podría considerarse como la taxa más vulnerable a los efectos de la prospección sísmica marina en el Lote Z-48.

### 5.2.3.2 TOLERANCIA ACÚSTICA DE LAS TORTUGAS MARINAS

Ridgway et al. (1969) fue el primero que obtuvo mediciones directas de la sensibilidad auditiva en tortugas marinas. Para ello, se utilizó una técnica electrofisiológica (potenciales cocleares) para determinar la respuesta auditiva de la tortuga verde a estímulos aéreos y sonoros que producían frecuencias desde 30 a 700 Hz. En la evaluación se determinó que las tortugas verdes exhibían una sensibilidad máxima auditiva de entre 300 y 500 Hz, y especularon que las tortugas tenían un oído útil entre los 60 y 1 000 Hz; sin embargo, hubo algunas respuestas a fuertes señales sonoras a frecuencias más bajas que 30 Hz. Mediciones electrofisiológicas auditivas en frecuencias diferentes, pero que pudieron subestimar el rango de frecuencia al cual el reptil es sensible, y no pudieron determinar el umbral muy precisamente (Environmental Assessment of a Planned Low-Energy Marine Seismic Survey, Scripps Institution of Oceanography on the Louisville Ridge in the Southwest Pacific Ocean, 2006).

Moein Bartol et al. (1999) estudiaron el oído de tortugas cabezonas juveniles. Los autores usaron un método electrofisiológico standard (auditory brainstem response, ABR) para determinar la respuesta auditiva de la tortuga marina a dos tipos de estímulos sonoros:

- a) Breves clicks de banda ancha de baja frecuencia.
- b) Breves tonos explosivos a cuatro frecuencias entre 250 y 1 000 Hz. Ellos demostraron que las tortugas cabezonas marinas oían bien entre los 250 y los 1 000 Hz; dentro del rango de frecuencia, las tortugas fueron más sensibles a los 250 Hz. Los autores no midieron la sensibilidad auditiva debajo de los 250 Hz o arriba de los 1 000 Hz.



Hubo un gran decrecimiento en respuesta a estímulos arriba de los 1 000 Hz, y las intensidades sonoras requeridas para obtener una respuesta pudieron haber dañado el oído de las tortugas. Las señales usadas en este estudio fueron muy breves -0,6 ms para los clicks, y 0,8-5,5 ms para los sonidos impulsivos. En otros animales, el umbral auditivo decrece con el incremento de la duración de la señal por arriba de los 100-200 ms. Por este motivo, las tortugas marinas probablemente podrían oír señales más débiles que las demostradas en el estudio si la duración de la señal fuese mayor.

Moein et al. (1994) usaron el mencionado método potencial para testear la audición de las tortugas cabezonas marinas expuestas a unos pocos cientos de pulsos de una única cámara de aire. La audición de la tortuga fue estudiada antes, dentro de las 24 horas posteriores, y dos semanas después de exponerla a pulsos de sonido de las cámaras de aire. Los niveles de sonido de las cámaras de aire a las cuales las tortugas fueron expuestas no fueron específicamente registrados. Los autores concluyeron que cinco de once tortugas estudiadas exhibieron algunos cambios en su audición cuando fueron testeadas dentro de las 24 horas posteriores a la exposición auditiva, y que su audición fue revertida a normal cuando fueron testeadas dos semanas posteriores a la exposición. Los resultados son consistentes con la ocurrencia del Temporary Threshold Shift (TTS), por ejemplo deficiencia auditiva temporaria, una vez expuestas las tortugas a los pulsos de la cámara de aire.

Desafortunadamente, el informe no establece el tamaño de la cámara de aire utilizada, o los niveles de sonido recibido a varias distancias. Las distancias de las tortugas desde la cámara de aire fueron asimismo variables durante el estudio; la tortuga estaba alrededor de los 30 m de la cámara de aire al comienzo de cada prueba, pero esta podría aproximarse a la cámara de aire o alejarse a un máximo de aproximadamente 65 m durante los siguientes pulsos de la cámara de aire. Por lo tanto, los niveles de sonido de la cámara de aire que aparentemente obtuvieron TTS no son conocidos. Sin embargo, es digno de mención que hubo evidencia de TTS a exposiciones de pulsos de una única cámara de aire. Sin embargo, pudo haber sido relevante que las tortugas fueron confinadas e incapaces de alejarse más de 65 m. Las tortugas en el mar abierto podrían alejarse, resultando menor la exposición que la ocurrida durante el experimento.

En resumen, los limitados datos disponibles indican que el rango de frecuencia de la mejor sensibilidad auditiva de las tortugas marinas se extiende desde aproximadamente 250-300 Hz a 500-700 Hz. Deteriorándose la sensibilidad al alejarse de dicho rango a más bajas o altas frecuencias.

### 5.2.3.3 TOLERANCIA ACÚSTICA DE LOS PECES

McCauley (1994) establece que la frecuencia de audición de los peces está generalmente entre 100 y 1 000 Hz, y los umbrales de audición se presentan a 50 – 100 dB re1 $\mu$ Pa. Por otro lado, investigaciones realizadas han determinado que la tolerancia acústica de algunas especies de peces como goldfish, salmón americano y bacalao escuchan en la banda de frecuencia de 20 Hz-15 kHz, de preferencia entre 150 Hz – 1 Hz, aunque muy variable<sup>2</sup>.

Otras referencias refieren que, para los peces, niveles de sonido encima de 180 dB re  $\mu$ Pa, por un tiempo prolongado, dañaron los oídos del bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) Enger (1981), y del oscar (*Astronotus ocellatus*) (Hastings et al., 1996); además el ruido genera reducción de la viabilidad de los huevos y la tasa de crecimiento (Banner & Hyatt, 1973). También se cree que los

<sup>2</sup> EIA del Proyecto Perforación Exploratoria y Sísmica 2D y 3D en el Lote Z-6/ Petro-Tech (Junio 2006)



peces producen sonido para mantener la cohesión del banco en condiciones de visibilidad pobre (Dotinga & Elferink, 2000). Es posible también que dichas condiciones puedan haberse presentado bajo cautiverio.

En el análisis ambiental hay que tener en cuenta la capacidad natatoria de un pez (umbral de reacción) frente a la emisión de la onda acústica.

#### 5.2.4 ANÁLISIS CAUSA - EFECTO

El análisis causa-efecto es una representación analítica que muestra la relación cualitativa de las diversas acciones del proyecto sobre los factores ambientales que pueden contribuir a generar un efecto e impacto ambiental.

El análisis causa-efecto para el Proyecto de Prospección Sísmica Marina en el Lote Z-48, está determinado por la interacción existente entre las acciones significativas de la adquisición sísmica 2D y 3D y los factores ambientales determinados por los elementos y componentes del medio, con una incidencia mayor sobre la fauna biótica.

A partir del análisis y relaciones causa efecto, se identifican los impactos ambientales potenciales. Estos impactos potenciales son luego evaluados de manera cualitativa a través del uso de matrices de valoración de importancia. Para el análisis ambiental del proyecto de adquisición sísmica del Lote Z-48, se utilizará como metodología las “listas de chequeo” o check list, a partir de la cual se realizará la sistematización en matrices de relación causa – efecto.

El uso de listas de chequeo determina también aquellos potenciales efectos que pueden presentarse bajo una condición de riesgo ambiental<sup>3</sup>, la misma que está mayormente asociada a una probabilidad de ocurrencia, así como también a la implementación de una medida de carácter preventiva.

##### 5.2.4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos ambientales del proyecto se realizó a partir de una lista de verificación la cual posteriormente fue sistematizada en una matriz de identificación de impactos ambientales y sociales que relacionó directamente las actividades del proyecto con los componentes y factores del medio físico, biológico y socioeconómico e interés humano. La interacción de acciones del proyecto y factores ambientales permitió determinar los componentes que tienen la potencialidad de verse afectados, para posteriormente someterlos a un análisis en función de la calidad ambiental.

De esta manera la identificación de los impactos se realizó a través de una matriz causa-efecto donde se reconocieron las actividades del proyecto con potencialidad de generar efectos ambientales negativos. El análisis causa-efecto de la interacción de las “actividades de prospección sísmica versus componentes ambientales”, permitirá la identificación de los impactos directos e indirectos y su condición positiva o negativa.

<sup>3</sup> Un riesgo ambiental se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente a ambiente. Se trata de un peligro ambiental al que pueden estar sometidos los diferentes elementos y componentes ambientales. A ello se le asocia una probabilidad de suceso y una gravedad de sus consecuencias. Fuente: [www.coeqa.es](http://www.coeqa.es)





Posteriormente los impactos ambientales identificados serán valorados a través de una matriz de valor de importancia a fin de determinar la significancia de dichos impactos.

A continuación, se presenta las acciones del proyecto con potencial de generación de efectos e impactos ambientales.

- Desplazamiento de la embarcación científica en las áreas de adquisición sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48
- Registro y adquisición sísmica (accionamiento de las cámaras de aire)
- Funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos

Las actividades señaladas podrían tener influencia sobre los componentes y factores ambientales del medio físico y biótico.

La identificación de los impactos ambientales se realizará a partir de los factores ambientales. El Cuadro 5-2 presenta la lista de verificación de los impactos ambientales y sociales de acuerdo a los factores ambientales. Es importante tener en cuenta que en la verificación de impactos, existen elementos de riesgo ambiental (fallas en el sistema de tratamiento de efluentes, en el sistema de tratamiento de desechos orgánicos, en el sistema de almacenamiento de aguas de sentina, otros), así como riesgo ocupacional (incidentes al personal), que han sido identificados.

Cuadro 5-2 Lista de verificación de impactos ambientales

Medio	Componente	Factores Ambientales	Impacto Potencial
Medio Físico	Agua	Calidad del agua	Riesgo de contaminación de aguas
		Nivel de presión sonora	Incremento de los niveles de presión sonora
		Generación de residuos	Posible contaminación del agua
	Aire	Calidad del aire	Incremento de emisión de gases
		Nivel de Presión Sonora	Incremento en el nivel de presión sonora
	Sedimentos	Calidad de sedimentos	Riesgo de contaminación de sedimentos
Generación de residuos		Posible contaminación de sedimentos	
Medio Biótico	Fauna	Recursos Pesqueros	Posible afectación de individuos
			Alejamiento temporal de individuos
		Mamíferos marinos	Posible afectación de individuos
			Alejamiento temporal de individuos
		Huevos y larvas	Posible afectación de individuos
		Zooplankton	Posible afectación de individuos
		Tortugas	Posible afectación de individuos
			Alejamiento temporal de individuos
	Aves	Alejamiento temporal de individuos	
	Flora	Macrozoobentos	Disturbio de comunidades bentónicas
Fitoplancton		Posible afectación de individuos	
	Macroalgas	Posible afectación de individuos	



La interacción de las acciones y actividades del proyecto con los componentes ambientales son presentados en la matriz causa efecto (ver Cuadro 5-3).

Cuadro 5-3 Matriz Causa-Efecto

Matriz Causa - Efecto	Componentes Ambientales			
	Medio Físico		Sedimentos	Medio Biótico
	Agua	Aire		
<b>EJECUCIÓN DE LA ADQUISICIÓN SÍSMICA 2D Y 3D</b>				
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo de contaminación de aguas</li> <li>Posible contaminación del agua por generación de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de emisión de gases</li> <li>Incremento del nivel de presión sonora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo de contaminación de sedimentos</li> <li>Posible contaminación de sedimentos por generación de residuos</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro y adquisición sísmica 2D y 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de los niveles de presión sonora</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible afectación de individuos de peces</li> <li>Alejamiento temporal de individuos de peces</li> <li>Posible afectación de individuos de mamíferos marinos</li> <li>Alejamiento temporal de individuos de mamíferos</li> <li>Posible afectación de huevos y larvas</li> <li>Posible afectación de zooplancton</li> <li>Posible pérdida de individuos de tortugas</li> <li>Alejamiento temporal de tortugas</li> <li>Alejamiento temporal de individuos de aves</li> <li>Disturbio de comunidades bentónicas</li> </ul>

Matriz Causa – Efecto	Componentes Ambientales				
	Medio Físico		Sedimentos	Medio Biótico	
	Agua	Aire		Fauna	Flora
Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible contaminación del agua por generación de residuos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible contaminación de sedimentos por generación de residuos</li> </ul>		



## 5.2.5 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales corresponde a una valoración de la significancia ambiental de un impacto que determina el grado o nivel de importancia en base a un conjunto de criterios y/o atributos.

La valoración de un impacto ambiental se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma con que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. (Gómez Oréa, 1999).

En términos esquemáticos se puede afirmar que la valoración admite tres (03) niveles de aproximación, para cada uno de los cuales se requieren metodologías diferentes: (Gómez Orea, 1999). Entre estos niveles podemos señalar:

- Simple Enjuiciamiento.
- Valoración Cualitativa.
- Valoración Cuantitativa.

Para la evaluación de los impactos ambientales del Proyecto de Prospección Sísmica en el Lote Z-48, el valor del impacto del factor ambiental será estimado de acuerdo a su **Valoración Cualitativa por Significancia**, la misma que determina la Significancia ambiental del valor del impacto. En dicho análisis se tendrá en cuenta también el criterio o “juicio profesional” determinado en base al equipo profesional que realiza la evaluación de impactos.

Para la valoración cualitativa de los impactos ambientales se utilizará un Índice de Significancia por medio de una Fórmula de Valoración de Impactos Ambientales (CONESA, 1997)<sup>4</sup>.

### 5.2.5.1 VALORACIÓN CUALITATIVA POR SIGNIFICANCIA AMBIENTAL

La valoración cualitativa por significancia de los impactos ambientales y sociales, incluye un análisis global del impacto, y determina el grado de importancia de éste sobre el ambiente receptor (factores ambientales y sociales). La valoración define la significancia del efecto dependiendo de la modificación de las condiciones iniciales del factor ambiental evaluado.

Para la valoración cualitativa de los impactos ambientales y sociales se empleó un “Índice de Significancia (S)”, en la cual se utilizaron once (11) atributos. Este índice se obtiene al aplicar una Fórmula de Valoración que consigna un conjunto de atributos o características, a partir del cual el impacto es calificado. El método utilizado define una calificación cualitativa, que incluye en dicho análisis el criterio del evaluador (“juicio de expertos”), considerando el conocimiento de las actividades del proyecto y los factores ambientales. La valoración por significancia determina cualitativamente la alteración producida, la misma que responde a una serie de atributos de tipo cualitativo, los mismos que son calificados o valores.

En el Cuadro 5-4 se presentan los atributos o calificadores utilizados para la Valoración Cualitativa por Significancia.

<sup>4</sup> Conesa, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.


**Cuadro 5-4 Atributos para la Valoración Cualitativa de Impactos por Significancia**

Grado de manifestación cualitativa y simbología	
Carácter o Naturaleza	N
Intensidad	I
Extensión	EX
Plazo de manifestación o Momento	MO
Persistencia	PE
Reversibilidad	RV
Recuperabilidad	RC
Sinergia	SI
Acumulación	AC
Efecto	EF
Periodicidad	PR

Los atributos consignados se valoran o califican con un número que se indica en la casilla de cada celda que cruza la actividad con el factor ambiental que se estima será afectado. Al final de las casillas de evaluación se consigna el valor final que responde a la Fórmula de Valoración de Impactos Ambientales. A continuación, se presenta la Fórmula de Valoración de Impactos por Significancia<sup>5</sup> (S):

$$S = N * (3*I + 2*EX + MO + PE + RV + RC + SI + AC + EF + PR)$$

El Cuadro 5-5 presenta el resumen de los atributos, criterios y sus valores, utilizados para estimar la significación del valor del impacto ambiental y social.

**Cuadro 5-5 Resumen de Valoración de la Calidad por Atributo**

Atributo	Cualidad	Valor
NATURALEZA (N)	Beneficioso	+ 1
	Perjudicial	- 1
INTENSIDAD (I)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
EXTENSION (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extensa	4
	Total	8
MOMENTO (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+ 4)
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz Temporal	1
	Permanente	2
		4

<sup>5</sup> La Fórmula de Valor del Impacto relaciona distintos atributos de un impacto, cuyo resultado indica la mayor o menor relevancia que tiene el impacto en términos ambientales, en función del valor numérico del resultado, de acuerdo a una escala predeterminada, pudiendo su resultado indicar si existe una pérdida o ganancia de calidad ambiental, por el signo negativo o positivo que tenga.





Atributo	Cualidad	Valor
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (RC)	Inmediato	1
	Medio plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8
SINERGIA (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
ACUMULACION (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
EFECTO (EF)	Indirecto	1
	Directo	4
PERIODICIDAD (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4

Los valores numéricos obtenidos se agrupan en cuatro (04) rangos de significación, según se aprecia en el Cuadro 5-6.

**Cuadro 5-6 Significancia Ambiental de los Impactos**

Valoración por:	Calificación	Rangos**
Significancia (S)*	Irrelevantes/ Leves	< 25
	Moderados	25 – 50
	Severos/ Alta	50 – 75
	Críticos/ Muy Alta	> 75

(\*) Su valor es la resultante de la valoración asignada a los atributos que intervienen en la calificación.

(\*\*) Los rangos se establecen en función de valores promedios.

### 5.2.5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se describe cada uno de los atributos considerados en la Fórmula de Valor del Impacto:

#### a) NATURALEZA

Se determinó inicialmente la condición o naturaleza favorable o adversa de cada uno de los impactos; es decir, la característica relacionada con la mejora o reducción de la calidad ambiental generada por el desarrollo de las actividades del proyecto. El signo del impacto hace referencia a la naturaleza del impacto.

- Si es beneficioso, el signo será positivo y se indica (+1)
- Si es perjudicial, el signo será negativo y se indica (- 1)

#### b) INTENSIDAD

Este término se refiere al grado de incidencia sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Este atributo valora el grado de alteración (dimensión o tamaño) de las condiciones o características iniciales del factor ambiental afectado. Es la dimensión del impacto; es decir, la



medida del cambio cuantitativo o cualitativo de un parámetro ambiental, provocada por una acción.

- Si existe una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto la intensidad será total.
- Si la destrucción es mínima, la intensidad será baja.

c) EXTENSIÓN

Este atributo se refiere al área de influencia teórica donde se producirá el impacto en relación con el entorno de la actividad. Se clasifica según:

- Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual.
- Si tiene una influencia generalizada y el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, el impacto será total.
- Las situaciones intermedias, según su graduación se consideran parcial o extenso.

d) MOMENTO

Este atributo se refiere al plazo de manifestación del impacto (alude al tiempo que transcurre desde la ejecución de la acción y la aparición del efecto sobre el factor del medio considerado).

- Si el tiempo transcurrido es nulo o inferior a un año, el momento será “inmediato”.
- Si es un período de tiempo que va de uno a cinco años, el momento será “medio plazo”.
- Si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, el momento será “largo plazo”.
- Si concurrese alguna circunstancia que hiciese “crítico” el momento del impacto, se le atribuye un valor de cuatro unidades por encima de las especificadas.

e) PERSISTENCIA

Se refiere al tiempo, que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

- Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción tiene un efecto “fugaz”.
- Si dura entre uno y diez años, se considera que tiene un efecto “temporal”.
- Si el efecto tiene una duración de más de diez años, se considera el efecto “permanente”.

f) REVERSIBILIDAD

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

- Si la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción tiene lugar durante menos de un año, se considera “corto plazo”.
- Si tiene lugar entre uno y diez años, se considera “medio plazo”.
- Si es mayor de diez años, se considera el efecto “irreversible”.



#### g) RECUPERABILIDAD

Posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia de la acción ejercida. Es decir, está referida a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

- Si la recuperación es inmediata (menos de 1 año) se considera recuperable “inmediato”.
- Si la recuperación es total y a más de 1 año, se considera a medio plazo.
- Si la recuperación es parcial, el efecto es mitigable.
- Si la alteración es imposible de reparar, el efecto es “irrecuperable”.

#### h) SINERGIA

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independientes, no simultáneas.

- Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, se considera “sin sinergismo”.
- Si se presenta un sinergismo moderado, se considera “sinérgico”.
- Si el altamente sinérgico, se considera “muy sinérgico”.

#### i) ACUMULACIÓN

Este atributo está referido al incremento de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.

- Cuando una acción no produce efectos acumulativos, se considera “acumulación simple”.
- Por el contrario, si se produce efecto acumulativo, se cataloga “acumulativo”.

#### j) EFECTO

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

- El efecto puede ser “directo o primario”, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.
- En caso de que el efecto sea “indirecto o secundario”, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando ésta como una acción de segundo orden.

#### k) PERIODICIDAD

Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto.

- Si el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente, se considera “periódico”.
- De forma impredecible en el tiempo, se considera “irregular”.
- Constante en el tiempo, se considera “continuo”.

La evaluación de la significancia de los impactos ambientales se presenta en el Cuadro 5-7.





## 5.2.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El análisis y descripción de los resultados de la evaluación de los impactos ambientales se realiza a partir de la interpretación de la valoración cualitativa de significancia de los impactos. La descripción de los resultados se presentará de acuerdo a las acciones y/o actividades del proyecto y su relación con el factor ambiental que podría ser afectado.

Para la evaluación de los impactos se ha tenido en cuenta los fundamentos científicos e investigaciones acerca de la propagación física de las ondas acústicas, así como los umbrales de tolerancia acústica establecida para algunas especies de la fauna marina. Estos aspectos teóricos han sido descritos en las secciones anteriores, los mismos que ayudarán, en tanto, sean aplicables al proyecto de sismica, en el análisis y evaluación del impacto ambiental.

### 5.2.6.1 ACTIVIDAD: DESPLAZAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN CIENTÍFICA

#### 5.2.6.1.1 Componente Ambiental: AGUA

##### a) Factor Ambiental: Calidad del Agua

##### a.1) Impacto Potencial: Riesgo de contaminación del agua

El riesgo de contaminación del agua se puede generar debido al vertimiento de efluentes domésticos (aguas negras) proveniente del uso del agua para labores cotidianas en la embarcación como aseo personal, lavandería, cocina, entre otros.

La embarcación científica R/V Gulf Supplier cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes domésticos, donde se tratan los mismos antes de su vertimiento al mar, cumpliendo las exigencias establecidas en la normativa de la DICAPI (R.D. N° 0069-98/DCG "Normas para la prevención y control de la contaminación por aguas sucias procedentes de buques").

Posteriormente los efluentes tratados son vertidos al mar durante el desplazamiento de la embarcación a una velocidad de 4 nudos. Hay que tener en consideración también que el cuerpo receptor, debido a la acción de las corrientes marinas, constituye también un factor de dilución, considerando el régimen al cual se realiza el vertimiento.

Asimismo, existirá un riesgo de derrame de combustible (diesel 2) durante su manipuleo en el desplazamiento del barco.

El impacto de contaminación del agua de mar debido al vertimiento de efluentes domésticos o del tipo industrial, al igual que las posibles fugas de combustible ha sido evaluado como leve o irrelevante.

#### 5.2.6.1.2 Componente Ambiental: AIRE

##### a) Factor Ambiental: Calidad del Aire

##### a.1) Impacto Potencial: Incremento de emisión de gases



De acuerdo a las acciones y actividades del proyecto, habíamos señalado que la embarcación científica R/V Gulf Supplier cuenta como parte de su equipamiento con motores de combustión diesel 2, compresoras, etc., y que realizará su desplazamiento a través de rutas o líneas sísmicas previamente definidas. Durante este trayecto el barco emitirá emisiones de gases de combustión debido al consumo de combustible durante su desplazamiento el cual será temporal hasta que se realice la recarga de combustible (en Puerto) para luego volver a la zona de adquisición hasta culminar con la prospección sísmica (32 semanas discontinuas aproximadamente).

En la evaluación cualitativa del impacto ambiental sobre el factor de calidad del aire se analiza el elemento o medio receptor. La sensibilidad del medio receptor está determinada por la existencia de elementos frágiles en el aire o el propio ambiente atmosférico que puedan ser afectados por el incremento de las emisiones de gases de combustión de la embarcación. Al analizar el propio ambiente atmosférico determinamos que el desplazamiento de la embarcación R/V Gulf Supplier se realiza en un ambiente marítimo abierto, alejado de la costa, donde no existen elementos ambientales y sociales frágiles que puedan ser afectados.

Al analizar y evaluar el comportamiento de las emisiones de gases de combustión durante el desplazamiento del R/V Gulf Supplier es importante tener en consideración diversos factores que incluyen en su comportamiento, dispersión y potencial grado de afectación. En principio es importante señalar que no se trata de una fuente fija o una fuente puntual, sino una fuente estacionaria dado que la embarcación se desplaza a una velocidad constante de 4 nudos por las líneas sísmicas (nunca sobre un mismo lugar). Las emisiones generadas serán dispersadas por acción de la velocidad del viento<sup>6</sup>, que tiene mayormente una predominancia hacia el sur, el cual tiene un comportamiento estacional, cuya influencia dependerá del momento en que se realice la sísmica marina.

De acuerdo a la evaluación cualitativa realizada y al tener en consideración lo señalado, el impacto potencial ha sido evaluado como leve o irrelevante.

#### b) Factor Ambiental: Nivel de Presión Sonora

##### b.1) Impacto Potencial: Incremento en el nivel de presión sonora

Tal como fue señalado en las secciones anteriores, el barco de sísmica R/V Gulf Supplier contará con un equipamiento de propulsión y potencia (motores diesel, hélices, impulsador, generadores, compresores), que generarán un incremento en el nivel de ruido ambiental a nivel de la atmósfera. Este nivel de ruido generado será similar al generado por cualquier tipo de embarcación (comercial, artesanal, pesquera, etc.) que transite por el medio marino existente y que se encuentre provista de un equipamiento de propulsión y potencia similar que el R/V Gulf Supplier.

El nivel de ruido promedio generado por el compresor y generador de la embarcación científica es de aproximadamente 102 dB<sup>7</sup>, los cuales fueron registrados a través de mediciones *in situ* durante el desplazamiento de la embarcación. Es importante señalar que la generación de estos niveles de ruido tiene mayormente una connotación del tipo ocupacional, dado que hacia los ambientes

<sup>6</sup> Los valores de velocidad del viento más bajos ocurren en los meses de invierno (aprox. 4,5 m/s en junio y julio) periodo de debilitamiento del gradiente térmico. En verano la velocidad promedio incrementa hasta 5,5 m/s (enero-marzo). Las mayores velocidades ocurren en los meses de octubre y noviembre siendo en promedio 6 m/s.

<sup>7</sup> Registros tomados en la fuente/ Informe de Supervisión Sísmica – Lote Z-36 (Agosto 2008)





externos no son mayormente perceptibles o son perceptibles como cualquier otra embarcación, dado que estos equipos se encuentran protegidos mediante un sistema de cerramiento. Otras fuentes de ruido de origen antrópico se presentan en el Cuadro 5-8.

**Cuadro 5-8 Niveles de presión sonora generados por fuentes antrópicas**

Tipo de embarcación/ Equipamiento	Frecuencia (kHz)	Nivel de ruido en la fuente (dB re 1μPa), estimado rms
Moto de agua	0,8 - 50,0	75-125
Lancha con motor fuera de borda (7 m)	0,63	156
Barco pesquero	0,25 - 1,0	151
Barco pesquero (trawler)	0,1	158
Remolcador (con barcaza vacía)	0,037-5,0	145-166
Remolcador (con barcaza llena)	1,0-5,0	161-170
Buque tanque (135 m)	0,43	169
Buque tanque (179 m)	0,06	180
Buque tanque (266 m)	0,008	187
Buque tanque (340 m)	0,007	190
Buque tanque (337 m)	0,007	185
Buque contenedor (219 m)	0,033	181
Buque contenedor (274 m)	0,008	181
Buque carguero (135 m)	0,041	172

Fuente: EIA Perforación Exploratoria y Sísmica en el Lote Z-6 (Petro-Tech)/ 2006

Por tanto, se establece que la generación de niveles de ruido por otras embarcaciones es común en el ámbito marítimo. Es preciso señalar que este incremento tiene un carácter temporal.

De la evaluación cualitativa sobre la calidad del aire debido al incremento del nivel de presión sonora se establece un impacto leve.

#### 5.2.6.1.3 Componente Ambiental: SEDIMENTOS

##### a) Factor Ambiental: Calidad de Sedimentos

###### a.1) Impacto Potencial: Riesgo de contaminación de sedimentos

De la evaluación cualitativa realizada, el riesgo de contaminación de sedimentos se ha determinado en caso exista la probabilidad de ocurrencia de un vertimiento de efluentes (aguas de sentina y aguas de lastre) hacia la superficie del mar y que las mismas puedan llegar hacia la superficie del fondo del mar afectando los sedimentos marinos, lo cual es poco probable por que los hidrocarburos flotan en la superficie del agua.

Para la evaluación ambiental sobre el factor de sedimentos, considerando los aspectos de probabilidad de ocurrencia, se ha considerado el impacto como leve o irrelevante.

##### b) Factor Ambiental: Generación de residuos

###### b.1) Impacto Potencial: Posible contaminación de sedimentos

Durante el desplazamiento del barco científico R/V Gulf Supplier, debido a las propias operaciones de la sísmica en mar, se generarán diversos tipos de residuos sólidos, del tipo no peligrosos y peligrosos como residuos domésticos (restos de alimentos, papeles, cartón, etc.), industrial (aceites



usados, pilas, envases de plástico, etc.), envases plásticos de medicamentos, etc. Estos residuos son segregados y almacenados temporalmente en la embarcación, de acuerdo al tipo de residuos, para luego ser evacuados a través del barco escolta hasta un muelle autorizado para ser recepcionado por una EPS-RS.

El impacto se puede generar debido al vertimiento de alguno de los tipos de residuos señalados anteriormente (exceptuando los residuos de alimentos que son triturados y vertidos al mar de conformidad con la legislación aplicable).

La posible contaminación de sedimentos por la generación de residuos sólidos ha sido evaluada como un impacto leve.

## 5.2.6.2 ACTIVIDAD: REGISTRO Y ADQUISICIÓN SÍSMICA 2D Y 3D

### 5.2.2.1.1 Componente Ambiental: AGUA

#### a) Factor Ambiental: Calidad del Agua

##### a.1) Impacto Potencial: Incremento de los niveles de presión sonora

El incremento en los niveles de presión sonora en la columna de agua se dará debido al accionamiento de las cámaras de aire (airguns) durante la adquisición sísmica 2D y 3D. Las ondas acústicas se emiten como burbujas de aire desde casi los 7,0 m de profundidad hasta el fondo marino. El impacto en el medio físico, específicamente con los niveles de presión sonora existentes, se dará debido a un aumento en el nivel de ruido; sin embargo, su efecto sobre la calidad del agua será nulo, dado que se trata de ondas compresionales sin efectos sobre el factor ambiental analizado.

Durante la adquisición sísmica, debido al accionamiento de las cámaras de aire, no se espera la generación de impactos ambientales sobre la calidad del agua superficial. La evaluación realizada ha determinado como un impacto moderado.

### 5.2.6.2.1 Componente Ambiental: FAUNA

#### a) Factor Ambiental: Recursos Pesqueros

##### a.1) Impacto Potencial: Posible afectación de individuos

Greenpeace (2004) indica que *"existe poca evidencia de daño directo al tejido por la ejecución de prospecciones sísmicas. Dicha ONG también señala que "algunos estudios indicarían que hay evidencia de un cambio temporal en el umbral de audición de los peces, aunque el nivel de pérdida de audición sería menor al observado en aves y mamíferos terrestres"*.

Fisheries and Oceans Canada (2004) establece que no existe documentación sobre la mortalidad de peces debido a las actividades de adquisición sísmica bajo condiciones reales de operación. Esta misma condición ha sido comprobada durante los trabajos de sísmica realizados por Petro-Tech en otros Lotes.

Para analizar y evaluar la ocurrencia del impacto de pérdida de los recursos pesqueros debido a la emisión de las ondas acústicas es necesario tener en cuenta los siguientes factores: la intensidad



de la onda acústica así como su propagación vertical (columna de agua) y horizontal; el umbral de reacción y detección de las especies de peces frente a la onda de sonido.

Al analizar la intensidad de la onda acústica, de acuerdo a la descripción realizada anteriormente se ha considerado evaluar el nivel de presión acústica expresado en rms (*root mean square*), cuya intensidad para el proyecto de adquisición sísmica en el Lote Z-48 será de 245 dB. Sin embargo, es importante señalar que esta intensidad en el nivel de presión sonora no es continua, sino que se encuentra influenciada por factores de atenuación procesos de reflexión, refracción, difracción y scattering, que se dan por la heterogeneidad del medio, que causan aparentes pérdidas de energía. Por tanto, existe un elemento que permite la disminución de la señal en el agua.

Por otro lado, al evaluar el comportamiento de los recursos pesqueros (pelágicos y demersales), hay que tener en cuenta su capacidad o umbral de reacción, frente a la intensidad de sonido generada por las cámaras de aire. En dicho contexto, es preciso señalar que los peces se encuentran en constante movimiento en toda la columna de agua y reaccionarán ante la intensidad de la presión acústica alejándose de la fuente. Investigaciones sobre el comportamiento de los peces (McCauley, 1994) establecen que la frecuencia de audición de los peces está generalmente entre un rango de 100 y 1 000 Hz, y los umbrales de audición se presentan a 50 – 100 dB re1 $\mu$ Pa.

Por tanto, al comparar la información señalada se estima que habrá un nivel de reacción de los peces a una intensidad superior a los 100 dB re1 $\mu$ Pa, lo cual producirá inmediatamente su alejamiento de la fuente. Al evaluar la generación de ondas acústicas debido al accionamiento de las cámaras de aire, establecemos que las emisiones acústicas son constantes, pero realizadas en diferentes unidades de tiempo, es decir, no son acumulativas (debido a su dispersión una vez captada la señal acústica por los hidrófonos) y no se presentan en un mismo lugar.

Anteriormente se había mencionado que los peces, debido a su capacidad natatoria, reaccionarán ante a emisión de las ondas acústicas optando por alejarse de la fuente de sonido cuando en el lugar donde se encuentren el nivel de presión sonora supere los 100 dB re1 $\mu$ Pa. Por tanto, dado que se producirá un alejamiento temporal no habrá pérdida de individuos de especies de peces durante la adquisición sísmica.

La evaluación del impacto de afectación y/o pérdida de los individuos de peces durante la adquisición sísmica 2D y 3D ha sido considerada como un impacto leve o irrelevante.

#### a.2 Impacto Potencial: Alejamiento temporal de individuos

En la sección anterior se había determinado que debido a la tolerancia acústica de los peces no existiría la posibilidad de pérdida de individuos dado que los mismos reaccionarán ante un incremento en el nivel de presión acústica superior a los 100 dB re1 $\mu$ Pa, que se podría determinar como el nivel máximo de audición. Ello dependerá también del nivel de exposición de las especies, las cuales tendrán una reacción inmediata al detectar un mayor nivel de presión acústica que lo tolerable.

Por tanto, durante la adquisición sísmica 2D y 3D sí habrá un alejamiento de las especies de peces que reaccionarán alejándose de la fuente de sonido. Se establece que este alejamiento será temporal debido a que la energía de las ondas acústicas será disipada una vez la señal sea captada por los hidrófonos; además que los peces retornarán a su hábitat natural.



En el esquema de los límites de reacción de las especies así como sus respectivos umbrales de tolerancia, es importante tener en cuenta los umbrales de carácter temporal (TSS)<sup>8</sup> y los de carácter permanente (PTS)<sup>9</sup>, los mismos que se generan cuando existen constantes niveles de exposición que determina un cambio en el umbral de tolerancia acústica que puede ser incrementado. Para el caso, de los recursos pesqueros no se han realizado estudios, solo investigaciones en cautiverio determinaron daños en el tejido epitelial sensorial de la especie de *Pagrus auratus*, la cual, tuvo un nivel de exposición de 18 horas y 58 días (McCauley, R. et al, 2003). Sin embargo, es preciso aclarar que estas investigaciones han sido realizadas en cautiverio con las especies enjauladas; además hay que considerar que el nivel de exposición de las especies durante la sísmica en el Lote Z-48 será por un tiempo muy corto debido a que el accionamiento de las cámaras de aire será cada 12 segundos a una velocidad de 4 nudos, considerando también factores de atenuación de los niveles de presión acústica<sup>10</sup>.

El impacto potencial de alejamiento de los peces si ha sido evaluado como un impacto moderado.

## b) Factor Ambiental: Mamíferos Marinos

### b.1 Impacto Potencial: Posible afectación de individuos

Para la evaluación de la posible afectación de individuos de especies de mamíferos marinos, resulta necesario conocer, cuáles son aquellas especies que han sido identificadas durante la evaluación de campo realizada (Abril, 2008). En el Lote Z-48, se identificaron dos especies de ballenas (ballena azul y ballenas orcuales) y una especie de delfín (delfín mular).

Las investigaciones realizadas respecto al impacto de las ondas acústicas sobre los mamíferos marinos, han determinado mayormente un efecto sobre su comportamiento así como su alejamiento a la intensidad de sonido proveniente del arreglo de las cámaras de aire. Experiencias de trabajos de sísmica marina en otros Lotes realizados por Petro-Tech han determinado también comportamientos evasivos frente al incremento de los niveles de presión acústica.

Investigaciones realizadas por JWEL (2001) concluyó que las ballenas grises, franca del norte y jorobada evitan actividades sísmicas con niveles sonoros asociados entre 140–180 dB (rms). Los mamíferos marinos que muestran evasión a las actividades sísmicas difícilmente sufren algún tipo de deterioro de su sistema acústico (Richardson y otros, 1995 y McCauley y otros, 2000).

En general, odontocetos y misticetos se exponen normalmente a sonidos de igual o mayor intensidad que los generados por los arreglos sísmicos (típicamente cachalotes, delfines, marsopas, entre otros, con niveles de 220-230 dB, probablemente cero a pico) sin conocerse sus efectos

<sup>8</sup> TTS (Temporary Threshold Shift): Significa “desplazamiento temporario del umbral de ruido”; se genera debido a la exposición a fuertes niveles de ruido que puede causar disminución en la capacidad auditiva. Quiere decir que el umbral de audición mínima se eleva y se pierde la habilidad de escuchar sonidos que – previo a la exposición de fuertes ruidos – personas y animales terrestres escuchaban normalmente. El TTS es pasajero y el umbral de audición se recupera luego de minutos u horas.

<sup>9</sup> PTS (Permanent Threshold Shift): Significa “desplazamiento permanente del umbral de ruido”, que tiene una consecuencia permanente, donde el umbral auditivo no se recupera. Es posible que los niveles de ruido que causan TTS puedan causar PTS si se mantienen por largo tiempo. El conocimiento sobre TTS y PTS es incipiente, especialmente en mamíferos marinos.

<sup>10</sup> En la sísmica 3D las emisiones de las burbujas de aire son realizadas cada 6.5 segundos, mientras que en la sísmica 2D, cada 12 segundos. Considerando una velocidad de la onda acústica de 1 500 m/s, y que ésta viaja una distancia de 300 m (150 m hasta el fondo del mar y 150 m de vuelta al barco después de rebotar en los sedimentos), la onda completa hace este viaje ida-vuelta en 0,2 segundos. Pasados varios segundos, la onda se ha disipado casi por completo y, por tanto, los disparos sucesivos no interfieren entre sí.



(McCauley y otros, 2000). Por lo tanto, es probable que la exposición a sonidos sísmicos de alta intensidad no sea letal (McCauley y otros, 2000).

De las investigaciones consultadas, así como de las experiencias de monitoreo biológico realizadas durante la prospección sísmica, se puede señalar que durante la adquisición sísmica 2D y 3D no habrá pérdida de individuos de especies de mamíferos marinos, considerando que aquellas especies identificados reaccionarán alejándose de la fuente. Adicionalmente, en la evaluación se ha tenido en cuenta la medida preventiva para la protección de los mamíferos marinos.

El impacto de afectación de individuos de mamíferos marinos durante la adquisición sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48 ha sido considerado como leve o irrelevante. La afectación no llegará a la pérdida de individuos de especies de mamíferos marinos.

#### b.2) Impacto Potencial: Alejamiento temporal de individuos

En la evaluación de impactos señalado anteriormente se había establecido que, de acuerdo a investigaciones realizadas y experiencias de supervisión biológica durante la sísmica en otros Lotes, no habría pérdida de individuos; se puede establecer que las especies de mamíferos identificados sí tendrá un nivel de reacción frente al incremento de la intensidad acústica, lo que generará su alejamiento temporal.

El alejamiento temporal de los mamíferos dependerá de sus niveles de reacción y tolerancia acústica, la cual depende también del nivel de frecuencias a que son expuestas. Es importante señalar que la mayor intensidad acústica durante la adquisición sísmica se presentará a una frecuencia de 50 Hz. Esta frecuencia podría traslaparse con aquella utilizada por los mamíferos marinos (niveles de audición).

Stone (2003), reportó que observadores a bordo de un buque sísmico en aguas británicas, notaron conductas evasivas de pequeños odontocetos (delfines, orcas), observándose un número menor que antes de la actividad sísmica. Las ballenas piloto mostraron poca evasión. Todos estos animales, se mantuvieron a una distancia aproximada de 500 m, del buque sísmico.

Los delfines son molestados por ruidos entre los 208 y 230 dB re 1uPa, y las ballenas cuando los ruidos llegan a niveles entre 105 y 298 dB re 1uPa, significando que estos dos grupos de mamíferos serían afectados por las operaciones de prospección en el caso que se encuentren próximos al área de operaciones de la adquisición sísmica y de las cámaras de aire (PITZER, BILL. GFS 201. 1994 National Geographic Society).

Greenpeace (2004), determinó que a mayor intensidad sonora, se da una mayor respuesta en los niveles de reacción de los mamíferos marinos. Los sonidos de menor intensidad producen cambios poco significativos en el nado y el comportamiento, mientras que los sonidos de mayor intensidad producen respuestas de evasión y/o sobresalto.

Durante la ejecución de operaciones de adquisición sísmica realizado por Petro-Tech en otros Lotes, se ha determinado que durante el accionamiento de las cámaras de aire, las especies mostraron una reacción de rechazo, evitando la intensidad de las ondas acústicas. En determinadas ocasiones se ha observado cierta tolerancia a los niveles de ruido de las especies de delfín común, los cuales suelen aproximarse a la proa y popa de las embarcaciones y nadar en el oleaje que se produce; sin embargo, en determinadas circunstancias estas especies son registradas a una



distancia mayor del barco durante la actividad sísmica, lo que indicaría que estas especies también tienden a alejarse de la fuente de sonido. Este comportamiento de evitar la intensidad de las ondas acústicas alejándose de la fuente fue reportada para varias especies como el *Lagenorhynchus albirrostris* y el *L. acustus* que fueron observados a una mayor distancia durante la adquisición sísmica (Stone 2003).

De lo señalado se puede establecer que los mamíferos marinos identificados en el Lote Z-48 (ballena azul, ballenas rorcual y delfín mular), reaccionarán a la intensidad de sonido generado por el accionamiento de las cámaras de aire, considerando una máxima amplitud a una frecuencia de 50 Hz. El nivel de reacción será el alejamiento de la fuente de sonido, y posiblemente el cambio en su comportamiento (saltos, nado rápido, evasiones, etc.), considerando su nivel de exposición a la intensidad acústica.

El impacto de alejamiento temporal de las especies de mamíferos marinos ha sido evaluado como un impacto moderado.

c) Factor Ambiental: Huevos y Larvas

c.1) Impacto Potencial: Posible afectación de individuos

La presencia de huevos y larvas de peces se realiza a nivel de toda la columna de agua, la misma que tiene una amplia distribución, la misma que también depende de la velocidad y dirección de las corrientes marinas.

Investigaciones realizadas (Kostyvchenko, 1973; Holliday, 1987; Matishov, 1992; Kosheleva, 1992), han determinado que huevos y larvas sufren daños severos y muerte muy cerca de la fuente, comúnmente hasta los 3,0 m de profundidad. Asimismo, Fisheries and Oceans Canada (2004) ha determinado que huevos expuestos a ondas de sonido generados por la adquisición sísmica pueden comprometer su desarrollo, lo cual ocurre cuando se producen altos niveles de presión sonora a pocos metros de la fuente (3,0 m). Otras reportes establecen daños físicos severos dentro de los 5,0 m de distancia de la fuente. El impacto se dará debido a la poca o nula movilidad de estas especies, las mismas que son arrastradas por acción de las corrientes marinas.

En el contexto de lo señalado, para la evaluación del impacto de afectación de huevos y larvas es necesario considerar que la máxima intensidad acústica se genera justamente en la fuente, donde se ubican las cámaras de aire, a unos 7,0 m debajo de la superficie del mar. Por tanto, aquellas especies de huevos y larvas que se encuentren solo a dichas distancias durante la adquisición sísmica sufrirán daño incluyendo la pérdida de individuos.

Sin embargo, es necesario evaluar la pérdida de huevos y larvas en función a la cantidad existente y/o densidad, dada la abundancia con que se presenta en su distribución. Al respecto, los efectos son despreciables cuando se comparan con el tamaño de la población y la mortalidad natural (Gausland, 2000; McCauley, 1994).

En general, en el Cuadro 5-9 se presenta un resumen de los impactos generados por las ondas acústicas a los huevos y larvas, considerando otras investigaciones realizadas.





Cuadro 5-9 Efectos de los Disparos de Cámaras de Aire en Huevos de Peces y Larvas

Nivel de Exposición al Ruido de las Cámaras de Aire (Decibeles)	Especie	Resultados de las Investigaciones y su Fuente
214	Merluza	De 1-4 m de distancia, con 5 días; daño físico importante (Matishov, 1992)
223	Anchoveta	A 1 m, los huevos; una reducción de supervivencia del 82%, a 1m, con 2 días; una pequeña reducción en el crecimiento, a 1m, larvas con 4 días; muerte del 35% (Holliday et al., 1987)
236	Anchoveta	A 1 m, los huevos; 7,8% de daño, a 10 m, los huevos; ningún daño (Kostyvchenko, 1973)
236	Lisa	A 0,5 m, los huevos; 17% de mortandad, a 10 m, los huevos; 2,1% de mortandad (Kostyvchenko, 1973)
250	Lenguado	A 1 m, los huevos y las larvas; muerte importante, a 2m, los huevos y las larvas; ningún daño (Kosheleva, 1992)

En general, los huevos de los peces se encuentran hasta 30 m debajo de la superficie marina. Para el caso de la anchoveta, una de las especies más abundantes del área de estudio, los huevos tienen una distribución vertical amplia, desde la superficie hasta 70 metros de profundidad, con la mayor concentración alrededor de los 30 m. Esta distribución es común para este tipo de especies en el ámbito marítimo.

Asimismo, es importante tener en cuenta que, si bien el desove de anchoveta se realiza principalmente en las áreas costeras, alejadas del ámbito del Lote Z-48, la dinámica de las masas de agua presentes en el mar peruano genera un importante proceso de dispersión de los huevos y larvas; lo cual es determinante en su distribución habiéndose reportado huevos y larvas de anchoveta más allá de las 100 millas náuticas.

De acuerdo a la evaluación realizada, se ha determinado que el impacto sobre la posible afectación de huevos y larvas ha sido evaluado como leve, de carácter inevitable para la porción de especies que se ubican cerca de la cámara de aire por lo que se afirma que el efecto global será despreciable cuando se comparan con el tamaño de la población y la alta tasa de mortalidad natural<sup>11</sup>.

#### d) Factor Ambiental: Zooplancton

##### d.1) Impacto Potencial: Posible afectación de individuos

El plancton, son organismos que tienen poca o ninguna capacidad de natación horizontal, aunque algunos tienen gran habilidad de natación vertical. El zooplancton está constituido por animales planctónicos, variando desde animales unicelulares microscópicos hasta largos organismos multicelulares. El zooplancton está distribuido a través de la división pelágica del ambiente marino.

Entre las taxas identificadas en el Lote Z-48 se encuentra el ictioplancton, la cual está constituida por especies de huevos, larvas, huevos de pez y larvas de pez. En la evaluación anterior se analizó

<sup>11</sup> Es sabido que huevos y larvas de peces presentan una distribución espacial agrupada o en "parches" (Smith, 1973; Haurly et al., 1978; Houde y Lovdal, 1985). Esto involucra altas tasas de mortalidad natural, producto de la atracción de depredadores en función del tamaño o densidad de "parches" de huevos y/o larvas, o respuestas reproductivas de una población depredadora a la producción de estos parches (Hunter, 1976).





el impacto de las ondas acústicas sobre los huevos y larvas, en la cual se interpreta que la dinámica de alteración de la fauna ictioplanctónica será de forma similar.

Dado que el zooplancton tiene una limitada o casi nula capacidad de movilidad, la pérdida de los individuos se dará debido al accionamiento de las cámaras de aire que ejercerán una fuerte intensidad de presión sonora de 245 dB rms, la cual tendrá su mayor intensidad en la fuente, con una incidencia mayor en la zona pelágica donde el zooplancton se encuentra mayormente distribuido.

Sin embargo, en la evaluación se tiene en cuenta también a nivel cuantitativo la abundante distribución a nivel del Lote Z-48. Esta importante distribución y densidad determina que la pérdida sea menor, considerando también que existen pérdidas como parte de la cadena trófica, lo que también ha determinado su recuperación a nivel cuantitativo.

El impacto de la pérdida de individuos de especies de zooplancton, ha sido evaluado como impacto leve considerando que el efecto global será despreciable cuando se comparan con el tamaño de la población y la alta tasa de pérdida de tipo depredatoria o natural.

e) Factor Ambiental: Tortugas Marinas

e.1) Impacto Potencial: Posible pérdida de individuos

Durante la evaluación en campo para la línea base biológica, no se registraron tortugas marinas; pero esto no significa que no habiten las aguas del Lote Z-48. Sin embargo, un indicador de la posible presencia de tortugas en el área de estudio es la presencia de medusas cerca de la superficie. Se tiene conocimiento que las tortugas marinas pelágicas se alimentan principalmente de medusas (Bjorndal y Jackson, 2003). La tortuga más común en aguas marinas es la tortuga verde (*Chelonia mydas*); otras especies identificadas son la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

La pérdida de individuos de quelonios se podría dar debido a la caza de estas especies. Registros de capturas de estas especies han ocurrido en puertos cercanos al Lote Z-48, como Huacho y Chimbote. Adicionalmente, en estos puertos se han registrado capturas pelágicas de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2007), la cual está en estado crítico de conservación.

Se ha determinado que las tortugas pueden escuchar sonidos de baja frecuencia, incluyendo aquellos generados por la adquisición sísmica. Las tortugas verdes muestran una mayor capacidad auditiva en frecuencias de 250 y 700 Hz, aunque hay evidencias que pueden escuchar ruidos con frecuencias más bajas. Lendhardt (1994), Moein y otros (1999) experimentaron con tortugas cautivas, expuestas a sonidos puros intermitentes y concluyeron que escuchan bien con frecuencias entre 250 y 1 000 Hz, aunque mostraron mayor sensibilidad a 250 Hz.

De acuerdo a lo señalado se podría concluir que las tortugas marinas tendrán un nivel de reacción a las ondas acústicas generadas a baja frecuencia (50 Hz) durante la adquisición sísmica; sin embargo, ello no resultará en pérdida de los individuos debido a estas emisiones acústicas.

El impacto de la posible afectación de individuos de tortugas marinas durante la adquisición sísmica ha sido evaluado como leve o irrelevante, por las consideraciones señaladas anteriormente.



## e.2 Impacto Potencial: Alejamiento temporal de individuos

Tal como fue analizado anteriormente, las ondas acústicas solo podrán generar un alejamiento de los individuos a la fuente de ruido, considerando el traslape de las frecuencias generadas por la adquisición sísmica y la tolerancia acústica de estas especies.

En cuanto a su umbral auditivo, investigaciones realizadas por Ridgway et al. (1969) determinaron que las tortugas verdes exhibían una sensibilidad máxima auditiva de entre 300 y 500 Hz, estableciendo hipotéticamente que las tortugas tenían un oído útil entre los 60 y 1 000 Hz; sin embargo, hubo algunas respuestas a fuertes señales sonoras a frecuencias más bajas que 30 Hz.

En general, se ha establecido que el rango de frecuencia de la mejor sensibilidad auditiva de las tortugas marinas se extiende desde aproximadamente 250-300 Hz a 500-700 Hz. La sensibilidad auditiva se deteriora al alejarse de dicho rango a más bajas o altas frecuencias. Sin embargo, hay alguna sensibilidad a frecuencias más bajas que los 60 Hz, y probablemente a más bajas que los 30 Hz.

Debido a la intensidad de presión sonora generada por el accionamiento de las cámaras de aire y los niveles sustanciales aún a distancias de algunos km de su origen, las tortugas marinas probablemente puedan oír distantes buques sísmicos. La aparente ocurrencia de TTS en tortugas cabezonas expuestas a pulsos de una única cámara de aire a  $\leq 65$  m sugiere que sonidos de una de estas cámaras podrían causar una mínima deficiencia temporaria auditiva en tortugas marinas si ellas no evitaran el (desconocido) radio en donde el TTS ocurre.

De lo señalado se puede establecer que a los más altos niveles de pulsos de cámara de aire, las tortugas marinas indudablemente escuchan sonidos de la cámara de aire. Ello determina que al superponerse las frecuencias a una elevada intensidad las tortugas se alejarán de las fuentes de sonido.

El impacto sobre las especies de tortugas marinas que puede generar su alejamiento temporal ha sido evaluado como moderado. En la adquisición sísmica hay que tener en cuenta que el desplazamiento del barco de sísmica se realiza a una velocidad constante, la misma que tiene un carácter temporal.

## f) Factor Ambiental: Aves

### f.1) Impacto Potencial: Alejamiento temporal de individuos

El impacto ambiental generado por las especies de aves tiene mayormente una condición de impacto indirecto, debido a que el principal efecto generado por la adquisición sísmica con incidencia sobre las poblaciones de aves será el alejamiento y la dispersión de los cardúmenes de peces, los cuales les sirven de alimento.

La actividad de adquisición sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48 no tendrá ningún efecto directo sobre las poblaciones de aves identificadas, siendo las más abundantes el "Paiño Danzarín" *Oceanodroma tethys*, seguido del "Paiño Acollarado" *Oceanodroma hornbyi* y del "Paiño de Markham" *Oceanodroma markhami*.



De acuerdo a lo señalado, se establece que las aves marinas identificadas no tendrán ningún impacto físico directo debido al accionamiento de las cámaras de aire. El impacto será indirecto debido mayormente al desplazamiento de los recursos pesqueros (principalmente pelágicos) hacia el fondo del mar, generando una restricción en la disponibilidad de su alimento. Por otro lado, es importante señalar que de acuerdo a los reportes de la supervisión biológica realizada durante proyectos de prospección sísmica en otros Lotes, no se han reportado pérdidas físicas o afectaciones a especies de aves marinas.

El impacto del alejamiento temporal de individuos de especies de aves será indirecto y ha sido evaluado como leve o irrelevante.

g) Factor Ambiental: Macrozoobentos

g.1) Impacto Potencial: Disturbio de comunidades bentónicas

Las comunidades bentónicas son aquellas que se desarrollan en las profundidades del mar. En el área de estudio del Lote Z-48, se determinó que las especies de los poliquetos son las especies de macrozoobentos dominantes. Entre los poliquetos la dominancia estuvo dado por *Magelona phyllisae* un poliqueto excavador que posee un par de palpos largos que le permite alimentarse seleccionando partículas suspendidas y depositadas sobre el lecho marino. Otras taxas identificadas fueron los moluscos, los crustáceos y nemertinos pero en menor abundancia.

Al evaluar el impacto de la adquisición sísmica (generación de ondas acústicas) es necesario tomar en cuenta el nivel de tolerancia de estas especies. Estudios e investigaciones han determinado que las especies bentónicas toleran valores de SLP con una intensidad de 220-230 dB rms, considerando distancias entre 1 y 3 m de la fuente. De acuerdo a la evaluación de la intensidad de la onda acústica se han establecido valores máximos de 245 dB rms, cercanos al valor umbral, por cuanto, es posible determinar un nivel de tolerancia dependiendo también del nivel de exposición y su cercanía a la fuente de sonido. Sin embargo, la fuente o cámara de aire estará ubicada a 7 m debajo de la superficie del mar y, por medida de seguridad, el barco de sísmica no puede navegar en aguas cuya profundidad sea menor a 20 m. Esto significa que las comunidades bentónicas, que por lo general están en el fondo marino, jamás estarán expuestas a la intensidad máxima de la fuente.

Adicionalmente a lo señalado, tal como también fue referido en las secciones anteriores, durante la direccionalidad de la onda acústica existe un nivel de atenuación a nivel de la columna de agua que reduce la intensidad acústica hasta su llegada a la superficie del fondo marino.

Al realizar la evaluación ambiental sobre las comunidades bentónicas podemos señalar que el mayor nivel de impacto se generará sobre las especies de poliquetos, dada su abundancia en el área de estudio. Este nivel de impacto dependerá de la intensidad acústica con que lleguen las burbujas de aire hacia los hábitat de estas especies, determinándose también tolerancias hasta 230 dB rms, y considerando factores de atenuación en la columna de agua (refracción, reflexión, etc.) de las ondas acústicas.

De acuerdo a lo señalado, el impacto de disturbio de las comunidades bentónicas en el Lote Z-48 ha sido evaluado como leve o irrelevante. Considerando las profundidades de trabajo del barco de sísmica, no será necesario plantear medidas en el PMA.



#### 5.2.6.2.2 Componente Ambiental: FLORA

##### a) Factor Ambiental: Fitoplancton y Macroalgas

##### a.1) Impacto Potencial: Posible afectación de individuos

El plancton es una comunidad generalmente de organismos microscópicos. El Fitoplancton está restringido a la zona fótica del ambiente marino, es decir a la zona donde llega la luz solar<sup>12</sup>.

En el área de estudio la especie con mayor abundancia identificada corresponde a las diatomeas *Chaetoceros didymus*; identificándose también especies de dinoflagelados. Estas especies se distribuyen en todo el ámbito del Lote Z-48 y constituyen el eslabón principal de la cadena trófica.

Al analizar el impacto de las ondas acústicas sobre estas especies, hay que tener en cuenta su distribución, así como niveles de tolerancia. Al respecto, no existen estudios, ni referencias acerca de la afectación de las ondas acústicas de la sísmica marina sobre el fitoplancton. Debe tenerse presente que el fitoplancton corresponde a organismos microscópicos distribuidos hasta una superficie debajo del mar de 200 m. La distribución de estas especies microscópicas es influenciada también por las corrientes marinas que dispersan su distribución.

De lo señalado, podemos mencionar que existe poca evidencia de daño sobre las especies de fitoplancton y algas, debido al accionamiento de las cámaras de aire. En este análisis también podemos mencionar que los organismos fitoplanctónicos existentes tienen una amplia distribución en el ámbito marítimo y son microscópicos, por cuanto, cuantitativamente el impacto que pueda causar la emisión de una onda acústica es leve o irrelevante.

#### 5.2.6.3 ACTIVIDAD: RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### 5.2.6.3.1 Componente Ambiental: AGUA

##### a) Factor Ambiental: Calidad del Agua

##### a.1) Impacto Potencial: Posible contaminación del agua

Durante el desplazamiento del barco científico R/V Gulf Supplier y la realización de la adquisición sísmica se generarán diversos tipos de residuos debido a las actividades (domésticas/ alimentación) y operacionales (mantenimiento de equipos, cambios de repuestos, otros). Estos residuos (peligrosos y no peligrosos) son segregados en el lugar de generación y dispuestos en contenedores en la embarcación para luego ser evacuado hacia un muelle o puerto autorizado.

En el Cuadro 5-10 se presentan datos de la cantidad de residuos generados por mes, según el tipo de residuo.

<sup>12</sup> La luz solar es absorbida por el agua, por lo que a más de 200 m, aproximadamente, ya no hay luz. La zona iluminada recibe el nombre de región fótica, y en ella las algas realizan la fotosíntesis.


**Cuadro 5-10** Cantidad aproximada de residuos evacuados

Tipo de residuos	Cantidad
Basura común	5,28 m <sup>3</sup>
Focos Usados	0,12 m <sup>3</sup>
Trapos impregnados con hidrocarburos	0,12 m <sup>3</sup>
Trapos impregnados con hidrocarburos	0,12 m <sup>3</sup>
Filtros Usados Escurridos	0,36 m <sup>3</sup>
Baterías Usadas	0,24 m <sup>3</sup>

La posibilidad de contaminación del agua por residuos está determinada debido a una manipulación y/o almacenamiento inadecuado de los residuos en caso sean vertidos hacia la superficie del mar durante la navegación del barco de sismica. El nivel del impacto será determinado de acuerdo al volumen y/o cantidad de residuo vertido, así como su grado de peligrosidad y/o toxicidad que pueda generar un peligro de cambio en las condiciones físico químicas del agua de mar.

El impacto sobre la posibilidad de contaminación de la calidad del agua ha sido evaluado como leve, teniendo en consideración que su condición de riesgo será baja debido a las medidas preventivas que se implementarán para evitar que dichos residuos sean vertidos o dispuestos en el mar.

#### 5.2.6.3.2 Componente Ambiental: SEDIMENTOS

##### a) Factor Ambiental: Calidad de Sedimentos

##### a.1) Impacto Potencial: Posible contaminación de sedimentos

De forma similar que lo señalado en la sección anterior, la posible contaminación de los sedimentos del mar se deberá a un vertimiento incontrolado de residuos sólidos (potencialmente peligrosos) que puedan llegar hacia el fondo del mar y afectar la calidad sedimentaria. Hay que tener en cuenta que en el Lote Z-48 las profundidades varían entre los 100 y 1 000 m, por lo cual, cualquier tipo de residuos que pueda caer en la superficie marina, dependiendo de su cantidad y volumen, estará influenciado por las corrientes marinas hasta su llegada al fondo marino.

La posibilidad de contaminación de los sedimentos ha sido evaluada como leve e irrelevante, considerando también que la condición identificado será prevenido.

### 5.3 JERARQUIZACIÓN Y ORDENAMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EVALUADOS

Luego de haber realizado la evaluación de los impactos ambientales se realizará el ordenamiento o jerarquización de los impactos, de acuerdo al mayor valor de significancia ambiental. Se consignará el valor del índice de significancia obtenido a partir de la valoración con los atributos, así como la calificación cualitativa.

El Cuadro 5-11 presenta el ordenamiento de los impactos ambientales.


**Cuadro 5-11** Ordenamiento de los impactos ambientales según valor de significancia

Nº	Impactos Negativos	Valor de Índice de Significancia	Calificación
<b>Actividad 1: Desplazamiento de la embarcación científica</b>			
1	Posible contaminación del agua por generación de residuos	23	Leve
2	Posible contaminación de sedimentos por generación de residuos	23	Leve
3	Incremento en el nivel de presión sonora en el aire	23	Leve
4	Riesgo de contaminación de aguas	19	Leve
5	Incremento de emisión de gases	19	Leve
6	Riesgo de contaminación de sedimentos	19	Leve
<b>Actividad 2: Registro y adquisición sísmica 2D y 3D</b>			
7	Alejamiento temporal de individuos de peces	39	Moderado
8	Alejamiento temporal de individuos de mamíferos marinos	39	Moderado
9	Alejamiento temporal de individuos de tortugas	34	Moderado
10	Incremento de los niveles de presión sonora en el agua	28	Moderado
11	Posible afectación de individuos de peces	24	Leve
12	Posible afectación de individuos de mamíferos	24	Leve
13	Posible afectación de individuos de fitoplancton	24	Leve
14	Posible afectación de individuos de macroalgas	24	Leve
15	Posible afectación de individuos de huevos y larvas	23	Leve
16	Posible afectación de individuos de zooplancton	23	Leve
17	Disturbio de comunidades bentónicas	23	Leve
18	Posible afectación de individuos de tortugas	21	Leve
<b>Actividad 3: Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos</b>			
19	Riesgo de contaminación de aguas	24	Leve
20	Riesgo de contaminación de sedimentos	24	Leve

De lo señalado se puede determinar que el mayor impacto será el alejamiento temporal de individuos de peces, el mismo que ocurrirá durante la ejecución de la adquisición sísmica 2D y 3D.

Asimismo, de manera complementaria se ha realizado la identificación de los impactos acumulativos y sinérgicos de acuerdo a las actividades del proyecto. El Cuadro 5-12 presenta la identificación de dichos impactos.



Cuadro 5-12 Impactos acumulativos y sinérgicos

Nº	Impactos Negativos	Impacto Acumulativo	Impacto Sinérgico
<b>Actividad 1: Desplazamiento de la embarcación científica</b>			
1	Posible contaminación del agua por generación de residuos	Sí es acumulativo	No es sinérgico
2	Posible contaminación de sedimentos por generación de residuos	Sí es acumulativo	No es sinérgico
3	Incremento en el nivel de presión sonora en el aire	No es acumulativo	No es sinérgico
4	Riesgo de contaminación de aguas	No es acumulativo	No es sinérgico
5	Incremento de emisión de gases	No es acumulativo	No es sinérgico
6	Riesgo de contaminación de sedimentos	No es acumulativo	No es sinérgico
<b>Actividad 2: Registro y adquisición sísmica 2D y 3D</b>			
7	Alejamiento temporal de individuos de peces	Sí es acumulativo	Sí es sinérgico
8	Alejamiento temporal de individuos de mamíferos marinos	Sí es acumulativo	Sí es sinérgico
9	Alejamiento temporal de individuos de tortugas	No es acumulativo	No es sinérgico
10	Incremento de los niveles de presión sonora en el agua	No es acumulativo	No es sinérgico
11	Posible afectación de individuos de peces	No es acumulativo	No es sinérgico
12	Posible afectación de individuos de mamíferos	Sí es acumulativo	No es sinérgico
13	Posible afectación de individuos de fitoplancton	No es acumulativo	No es sinérgico
14	Posible afectación de individuos de macroalgas	No es acumulativo	No es sinérgico
15	Posible afectación de individuos de huevos y larvas	No es acumulativo	No es sinérgico
16	Posible afectación de individuos de zooplancton	No es acumulativo	No es sinérgico
17	Disturbio de comunidades bentónicas	No es acumulativo	No es sinérgico
18	Posible afectación de individuos de tortugas	No es acumulativo	No es sinérgico
<b>Actividad 3: Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos</b>			
19	Riesgo de contaminación de aguas	Sí es acumulativo	No es sinérgico
20	Riesgo de contaminación de sedimentos	Sí es acumulativo	No es sinérgico

## 5.4 ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIALES

Los impactos sociales se definen como todo cambio sobre algún aspecto de la vida de la población local o grupos de interés social ocasionado por una o más causales determinables. Los impactos sociales pueden derivarse de:

- Las actividades propias del proyecto como el desplazamiento de la embarcación científica por áreas o rutas de pesca.
- Los posibles efectos bio-físicos de estas actividades y componentes del proyecto de adquisición sísmica.





- La respuesta humana a situaciones relacionadas al desarrollo del proyecto.

Para la identificación de los impactos sociales del proyecto de adquisición sísmica se utilizará la misma metodología cualitativa utilizada para los impactos ambientales basada en el análisis matricial. Esta metodología se basa en la interacción de las actividades del proyecto y los factores sociales a fin de identificar y determinar los impactos sociales.

#### 5.4.1 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES SOCIALES QUE PODRÍAN SER AFECTADOS

La identificación de los impactos sociales ha sido realizada a partir de la lista de verificación de acuerdo a los componentes y factores ambientales. Los componentes y factores sociales que han sido considerados en la identificación de los impactos se presentan en el Cuadro 5-13.

En la identificación de los impactos sociales se ha tomado en cuenta los niveles y grados de percepción de los principales grupos de interés social del área de influencia social. Estos grados de percepción han sido obtenidos de las entrevistas realizadas así como de los talleres no formales de consulta pública. De acuerdo a ello, es que se determinaron los componentes sociales, así como los factores sociales asociados a estos componentes.

La metodología de identificación de los impactos sociales es similar a la aplicada en la identificación de los impactos ambientales.

Cuadro 5-13 Componentes y Factores Sociales

Medio	Componente	Factores Sociales
Medio Socioeconómico e Interés Humano	Economía	Volúmenes de pesca artesanal
		Áreas y/o rutas de pesca
		Demanda de bienes y servicios
		Generación de empleo
	Población	Canales de navegación (materiales y pasajeros)
		Seguridad/ salud de trabajadores
		Percepción y aporte cultural

#### 5.4.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES

La identificación de los impactos sociales se realizó a partir de la identificación de los componentes sociales, los mismos que fueron interrelacionados con las acciones y actividades del proyecto de adquisición sísmica, a través de una matriz causa-efecto. Los principales componentes sociales en el análisis de impactos fueron: economía y población; ello debido a que las actividades del proyecto tendrían influencia sobre los mismos. En la identificación de los impactos se analiza también la percepción de la población respecto a las actividades del proyecto.

Los impactos sociales identificados serán valorados a través de una matriz de valor de importancia a fin de determinar la significancia de dichos impactos.



Las acciones del proyecto con potencial de generación de impactos sociales son:

- Desarrollo de procesos de comunicación e información a la población local (grupos de interés social)
- Desplazamiento de la embarcación científica en las áreas de adquisición sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48
- Registro y adquisición sísmica (accionamiento de las cámaras de aire)
- Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos

En dicho análisis se incluye también los aspectos de gestión del proyecto referidos principalmente a la planificación de actividades que incluye procesos de comunicación a los grupos de interés social. En la identificación de los factores sociales se incluye también los aspectos de salud y seguridad ocupacional del personal de la embarcación científica.

El Cuadro 5-14 presenta los impactos sociales de acuerdo a los factores socioeconómicos.

**Cuadro 5-14** Identificación de impactos sociales

Medio	Componente	Factores Ambientales y Sociales	Impacto Potencial
Medio Socioeconómico e Interés Humano	Economía	Volúmenes de pesca artesanal	Posible reducción de volúmenes de pesca
		Áreas y/o rutas de pesca	Posible interferencia con las rutas y áreas de pesca
		Demanda de bienes y servicios	Expectativa de compras locales y servicios
		Generación de empleo	Posible oferta de empleo
	Población	Canales de navegación (materiales y pasajeros)	Posible interrupción en los canales de navegación
		Seguridad/ salud de trabajadores	Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)
		Percepción y aporte cultural	Aumento de percepción y mejora del conocimiento ambiental de la zona

La interacción de las acciones y actividades del proyecto con los componentes sociales son presentados en la matriz causa efecto (ver Cuadro 5-15).



Cuadro 5-15 Matriz Causa-Efecto

Matriz Causa – Efecto	Componentes Sociales		
	Socioeconómico e Interés Humano		
	Economía	Población	
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	<b>PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN</b>		
	Desarrollo de procesos de comunicación y difusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expectativa de compras locales y servicios</li> <li>• Posible oferta de empleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de percepción y mejora del conocimiento ambiental de la zona</li> </ul>
	<b>EJECUCIÓN DE LA ADQUISICIÓN SÍSMICA 2D Y 3D</b>		
	Desplazamiento de la embarcación científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible interferencia con las rutas y áreas de pesca</li> <li>• Posible interrupción en los canales de navegación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)</li> </ul>
	Registro y adquisición sísmica 2D y 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible reducción de volúmenes de pesca artesanal</li> </ul>	
Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)</li> </ul>	

### 5.4.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIALES

La evaluación de los impactos sociales se realizará también bajo un enfoque cualitativo determinado por un análisis matricial entre los impactos identificados versus las acciones o actividades del proyecto. La valoración del impacto social corresponderá al valor de la significancia ambiental del impacto identificado.

Para la evaluación del impacto social se utilizará la misma fórmula de valoración de los impactos ambientales, considerando la misma cantidad de atributos (11 atributos), según sea aplicable. Por tanto, la evaluación del impacto social se realizará también mediante su Valoración Cualitativa por Significancia.

El Cuadro 5-16 presenta la evaluación de los impactos sociales a través del análisis matricial.



Cuadro 5-16 Matriz de Valoración de Impactos Sociales

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO																																																																						
Medio	Componente	Factores Ambientales	Etapa del proyecto Actividades del Proyecto Impactos Ambientales	Ejecución																Ejecución																Ejecución																Ejecución																				
				1.- Desarrollo de procesos de comunicación e información a la población																2.- Desplazamiento de la embarcación científica																3.- Registro y adquisición sísmica 2D y 3D																4.- Recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos																				
				N	I	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	Evaluación		N	I	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	Evaluación		N	I	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	Evaluación		N	I	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	Evaluación																		
Valor																Concepto		Valor																Concepto		Valor																Concepto		Valor																Concepto		
Socio económico e Interés Humano	Economía	Volumenes de pesca artesanal	Posible reducción de volúmenes de pesca																																		-1 2 2 1 2 1 1 1 1 4 1 -22																LEVE																			
		Áreas y/o rutas de pesca	Posible interferencia con las rutas y áreas de pesca																		-1 4 4 2 2 2 1 1 1 4 1 -34																MODERADO																																			
		Demanda de bienes y servicios	Expectativa de compras locales y servicios (intercambio comercial)		+1 1 2 4 2 1 2 1 1 4 1																+23		LEVE																																																	
		Generación de empleo	Posible oferta de empleo		+1 2 2 4 2 1 1 1 1 4 1																+25		MODERADO																																																	
		Canales de navegación (materiales y pasajeros)	Posible interrupción en los canales de navegación																		-1 2 1 2 2 1 1 1 4 4 1 -24																LEVE																																			
	Población	Seguridad/ salud de trabajadores	Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)																		-1 1 2 4 2 1 1 1 1 4 1 -22																LEVE																																			
Percepción y aporte cultural		Aumento de percepción y mejora del conocimiento ambiental de la zona		+1 4 2 4 2 2 1 1 4 4 1																+35		MODERADO																				-1 2 1 4 2 1 2 1 1 4 1 -24																LEVE														



#### 5.4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIALES

El análisis y descripción de los resultados de la evaluación de los impactos sociales se realiza a partir de la interpretación de la valoración cualitativa de la significancia de los impactos. La descripción de los resultados se presentará de acuerdo a las acciones y/o actividades del proyecto y su relación con el factor social que podría ser afectado.

##### 5.4.4.1 ACTIVIDAD: DESARROLLO DE PROCESOS DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

###### 5.4.4.1.1 Componente Social: ECONOMÍA

###### a) Factor Social: Demanda de Bienes y Servicios

###### a.1) Impacto Potencial: Expectativa de compras locales y servicios (intercambio comercial)

Durante el desarrollo de los procesos de comunicación y difusión de las actividades antes del inicio de las operaciones en talleres informativos previos, es posible que existan consultas acerca de los requerimientos logísticos y demanda de bienes y servicios para la ejecución del proyecto. Estas percepciones son inclusive consultadas durante el proceso de elaboración del EIA. El desarrollo del proyecto podría generar expectativas de compras locales y servicios.

Para analizar el impacto social es necesario conocer las reales demandas y necesidades de bienes y servicios requeridos durante el desarrollo de la sísmica marina. Los bienes requeridos principalmente corresponden a bienes de consumo humano (alimentos, bebidas, materiales de higiene personal y otros similares) que son requeridos por la tripulación y el personal científico. Otros bienes son los requeridos para los trabajos en oficina y/o procesamiento de la data (cartuchos de tinta, papeles, lapiceros, etc.); así como bienes utilizados como repuestos para reparaciones mecánicas y eléctricas. El requerimiento de estos bienes generalmente es realizado considerando la autonomía de la embarcación y la demanda la misma que es limitada dado que el personal también es reducido (24 personas aproximadamente). Estas compras son realizadas generalmente en puerto (puerto de Talara), principalmente para los asuntos referidos al mantenimiento mecánico del barco.

La expectativa de compras locales y servicios puede ser interpretado como una importante adquisición de bienes; sin embargo, como ya se ha mencionado el requerimiento generalmente es limitado. De todos modos este requerimiento limitado, según donde sean adquiridos dichos bienes, constituye un impacto favorable pero de baja magnitud.

El impacto de expectativa de compras locales ha sido evaluado como leve. Ante ello, los procesos de comunicación e información que se desarrollen deben ser claros y transparentes comunicando las reales necesidades de bienes y servicios y el tiempo de requerimiento a fin de evitar la generación de falsas expectativas.



b) Factor Social: Generación de empleo

b.1) Impacto Potencial: Posible oferta de empleo

El personal de la embarcación R/V “Gulf Supplier” está conformada por: *tripulación marina* (tripulación encargada del mantenimiento y buen funcionamiento del barco) y *tripulación sísmica* (conformada por técnicos encargados del manejo de los equipos de adquisición sísmica. En total la cantidad de personal será de 24 personas; donde básicamente el requerimiento será de mano de obra calificada. Adicionalmente, se empleará personal especialista para las actividades de supervisión sísmica y la supervisión ambiental. Dado el carácter científico del proyecto, no se tiene previsto la generación de empleo local.

Durante los procesos de comunicación e información, es bastante probable que se genere expectativa de empleo local. Para ello, será necesario aclarar las reales necesidades de empleo, el cual es calificado; debiendo comunicar esta información en todos los procesos de consulta pública que se presenten.

El impacto de posible oferta de empleo ha sido evaluado como moderado.

#### 5.4.4.1.2 Componente Social: POBLACIÓN

a) Factor Social: Percepción y Aporte Cultural

a.1) Impacto Potencial: Aumento de percepción y mejora del conocimiento ambiental de la zona

Durante los procesos de comunicación y consulta pública, a través de talleres informativos se impartirá conocimiento a la población local, acerca de las características de un proyecto de exploración de hidrocarburos (adquisición sísmica) que constituye la fase inicial del desarrollo de un proyecto de hidrocarburos. Adicionalmente, debido a la elaboración del EIAS, se tendrá conocimiento acerca de las condiciones del medio marino donde la población local realiza sus actividades. Dicho conocimiento permitirá saber las condiciones del agua, de los sedimentos, de los recursos pesqueros, de la existencia de mamíferos y aves marinas. Toda esta información será impartida a través de los procesos de comunicación de manera transparente y didáctica.

Por tanto, habrá un aumento de la percepción de la población local por tener mayores conocimientos y estar informados acerca de las reales características del proyecto.

El impacto de aumento de la percepción del conocimiento sobre el ambiente marino a la población local será moderado.

#### 5.4.4.2 ACTIVIDAD: DESPLAZAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN CIENTÍFICA

##### 5.4.4.2.1 Componente Socioeconómico e Interés Humano: ECONOMÍA

a) Factor Social: Áreas y/o Rutas de Pesca

a.1) Impacto Potencial: Posible interferencia con las rutas y áreas de pesca

Para la adquisición sísmica 2D el barco científico R/V Gulf Supplier se desplazará a través de las rutas o líneas sísmicas un total de 2 272,00 km., la cual cubre la mayor parte del ámbito del Lote



que ocupa una superficie de 720 106,442 ha. La embarcación científica se desplazará a una velocidad constante de 4 nudos, siguiendo un mismo trayecto definido, no pudiendo variar su curso. Adicionalmente, en este ámbito marino se desplazarán también otras embarcaciones, principalmente pesqueras quienes se encontrarán realizando sus faenas de pesca en dichos sectores.

Durante el desplazamiento del R/V Gulf Supplier es posible la interferencia con las rutas y áreas de pesca, en la cual, determinadas embarcaciones pesqueras se encontrarán desarrollando sus faenas pesqueras, principalmente las embarcaciones pesqueras industriales con gran calado, dado que el Lote Z-48 se ubica mar adentro (a 17 millas de la costa), en la cual, las pesquerías artesanales no serían afectadas (se desarrollan hasta las 5 millas). Como elemento de prevención ante la ocurrencia de dicho impacto, el proyecto ha previsto el uso de una embarcación de apoyo o escolta, quien comunicará a la embarcación científica acerca de las faenas de pesca que se realicen en su trayecto.

Es importante también señalar que en la evaluación se toma en consideración que la embarcación científica se desplaza por un solo lugar una única vez en periodos muy cortos (minutos) y que no habrá posibilidad de interrumpir las rutas y áreas de pesca dos o más veces en un mismo lugar. Adicionalmente, el impacto será generado en tanto exista la posibilidad de desplazamiento de embarcaciones pesqueras, quienes en su trayecto se desplazarán desde y hacia los puertos principales (Chimbote, Casma, Huarney).

La posible interferencia con las rutas y áreas de pesca ha sido evaluada como un impacto moderado.

b) Factor Social: Canales de Navegación (materiales y pasajeros)

b.1) Impacto Potencial: Posible interrupción en los canales de navegación

Los canales de navegación para embarcaciones comerciales, navieras, científicas, otras, están definidas generalmente por rutas que van de un puerto a otro; lo cual depende también de la autonomía de la embarcación, dado que para su permanencia en mar es necesario su abastecimiento (recarga de combustible en puerto, abastecimiento de alimentos, disposición de residuos, etc.). Es por ello que podemos señalar bajo un primer elemento de análisis que los canales de navegación a nivel local en el Lote Z-48 pueden estar definidos por rutas entre puerto cercanos u otros (Callao, Huacho, Chimbote, Supe, Talara, etc.).

La posibilidad de ocurrencia del impacto de interrupción de los canales de navegación dependerá de la presencia de otras embarcaciones en la ruta o trayecto del barco científico R/V Gulf Supplier la misma que ya se encuentra definida en el Lote Z-48. Por otro lado, al momento no es posible determinar la ruta de otras embarcaciones, pues no se conocerán sus itinerarios hasta la fecha en que se realice la adquisición sísmica en dicho Lote, la misma que es registrada por la Capitanía de Puerto<sup>13</sup> de cada jurisdicción por donde transiten las otras embarcaciones.

Para evitar dicho impacto se contará con el apoyo de la embarcación de apoyo quien comunicará al barco científico de la presencia de otras embarcaciones. Es por ello que en la evaluación ambiental se ha evaluado la condición de posibilidad debido a que para la ocurrencia del impacto se

<sup>13</sup> La Capitanía de Puerto en la jurisdicción del Lote Z-48 es la Capitanía de Chimbote. Hacia el Sur, fuera del ámbito del Lote se encuentra la Capitanía de Puerto de Huacho.





dependerá de varios factores (trayecto de la embarcación científica, rutas de las embarcaciones comerciales, navieras u otras, posición de las líneas sísmicas, otras).

La posible interrupción de los canales de navegación ha sido evaluada como un impacto leve o irrelevante.

#### 5.4.4.2.2 Componente Socioeconómico e Interés Humano: POBLACIÓN

##### a) Factor Social: Seguridad/ Salud de Trabajadores

##### a.1) Impacto Potencial: Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)

La adquisición sísmica en el Lote Z-48 tiene una duración aproximada de 32 semanas discontinuas. La autonomía de la embarcación científica R/V Gulf Supplier es de 45 días, en donde el personal (tripulación y científicos) permanecerán durante el trayecto de las líneas sísmicas. Durante el desplazamiento del barco y durante los trabajos de sísmica, es posible la ocurrencia de accidentes o incidentes dentro de la embarcación, debido a movimiento bruscos de la embarcación que puede generar la caída de objetos, la manipulación de herramientas que puede generar cortes, punzadas, otros; así como también posibles mareos o estrés.

Estas condiciones señaladas pueden influir en la salud del personal, aún contando con la preparación adecuada y chequeos médicos requeridos. Es por ello, que en la embarcación existe procedimientos para la prevención de accidentes, simulacros y charlas de capacitación.

En la evaluación del impacto social realizada se ha considerado la posible ocurrencia de accidentes y enfermedades como un impacto leve e irrelevante, considerando también la implementación de medidas preventivas.

#### 5.4.4.3 ACTIVIDAD: REGISTRO Y ADQUISICIÓN SÍSMICA 2D Y 3D

##### 5.4.4.3.1 Componente Socioeconómico e Interés Humano: ECONOMÍA

##### a) Factor Social: Volúmenes de pesca artesanal

##### a.1) Impacto Potencial: Posible reducción de volúmenes de pesca

El factor social que se analiza corresponde a la pesca artesanal. Para determinar el nivel de impacto sobre la actividad señalada es necesario conocer cómo y dónde se desarrolla la pesca artesanal, el tipo de pesquería realizado (en función a los desembarques) así como su relación con el ámbito donde se ejecutará la adquisición sísmica.

De acuerdo a la información de la línea base, los peces pelágicos, son el principal tipo de recurso disponible a la pesquería en el Lote Z-48. Entre los años 2000-2007 los desembarques de los pelágicos en esta zona representan en promedio el 58 % del total desembarcado.

Los mayores desembarques de la pesquería artesanal pelágica correspondiente al año 2007 corresponden a las especies de perico, jurel, calamar y caballa. Las especies perico, caballa y jurel tienen una amplia distribución por cuanto su ubicación podría darse en el ámbito del Lote Z-48. Sin embargo, las pesquerías artesanales solo se podrían realizar hasta el límite de las 5 millas, por



cuanto, la pesquería artesanal más allá de las 17 millas, donde se ubica el Lote Z-48, estaría limitada o restringida.

En cuanto a la pesquería industrial los recursos capturados y desembarcados a escala industrial son la anchoveta, sardina, jurel y caballa. Estas pesquerías se desarrollan más allá de los límites de las 5 millas.

El impacto en la reducción de los volúmenes de pesca podría generarse debido a que durante la adquisición sísmica por la emisión de ondas acústicas, los peces pelágicos principalmente se desplazarán hacia otras latitudes cercanas o se profundizarán, alejándose de la fuente de sonido. Es preciso señalar también, como fue mencionado en las secciones anteriores que, si bien los peces reaccionarán a la onda acústica, luego retornarán a su hábitat debido a que el mismo constituye su ecosistema de alimentación, reproducción, desove y refugio.

El impacto en la reducción de los volúmenes de pesca ha sido evaluado como un impacto leve.

#### 5.4.4.4 ACTIVIDAD: RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### 5.4.4.4.1 Componente Socioeconómico e Interés Humano: POBLACIÓN

###### a) Factor Social: Seguridad/ Salud de Trabajadores

###### a.1) Impacto Potencial: Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)

La evaluación del impacto de ocurrencia de accidentes y enfermedades a los trabajadores se evalúa bajo una condición de riesgo ocupacional. En las secciones anteriores se había señalado la cantidad y tipo de residuos generados, los mismos que son segregados en la fuente, almacenados temporalmente en bolsas y recipientes, para luego ser evacuados para su transporte y disposición final a un relleno sanitario de seguridad.

El impacto de ocurrencia de accidentes podría generarse debido a varios factores: manipulación inadecuada de los residuos que genere cortes en la piel del trabajador; ausencia en el uso de equipos de protección personal en el área de almacenamiento, almacenamiento inadecuado en recipientes inadecuados, etc. Estas condiciones han sido identificadas y previstas.

El impacto de ocurrencia de accidentes debido a la recolección, manipulación y almacenamiento temporal de residuos ha sido evaluado como leve e irrelevante.

## 5.5 JERARQUIZACIÓN Y ORDENAMIENTO DE LOS IMPACTOS SOCIALES EVALUADOS

Luego de haber realizado la evaluación de los impactos sociales se realizará el ordenamiento o jerarquización de los mismos, de acuerdo al mayor valor de significancia ambiental. Se consignará el valor del índice de significancia obtenido a partir de la valoración con los atributos, así como la calificación cualitativa.

El Cuadro 5-17 presenta el ordenamiento de los impactos sociales.



Cuadro 5-17 Ordenamiento de los impactos ambientales según valor de significancia

Nº	Impactos Negativos	Valor de Índice de Significancia	Calificación
1	Posible interferencia con las rutas y áreas de pesca	34	Moderado
2	Posible interrupción en los canales de navegación	24	Leve
3	Ocurrencia de accidentes/ enfermedades (trabajadores)	24	Leve
4	Posible reducción de volúmenes de pesca	22	Leve

Nº	Impactos Positivos	Valor de Índice de Significancia	Calificación
1	Aumento de percepción y mejora del conocimiento ambiental de la zona	35	Moderado
2	Expectativa de compras locales y servicios (intercambio comercial)	23	Leve
3	Posible oferta de empleo	25	Moderado

## 5.6 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS MEDIANTE LA MODELACIÓN ACÚSTICA

De manera complementaria al análisis cualitativo de impactos ambientales realizado, se presenta una evaluación cuantitativa que será aplicada preferentemente para analizar el comportamiento de los indicadores de los impactos ambientales significativos. Esta evaluación complementaria ha sido elaborada en base a los resultados de la modelación acústica realizada para el Lote Z-48.

El objetivo principal de la modelación acústica es determinar el comportamiento de las ondas acústicas y del nivel de presión sonora en el ámbito del Lote Z-48, relacionando sus efectos sobre los elementos sensibles del medio existente. La determinación de la sensibilidad del impacto ambiental ha sido considerando en base al análisis cualitativo de los impactos determinando aquellos que presentan la mayor valoración cualitativa de significancia. Al realizar este análisis cuantitativo es necesario tener en cuenta también la sensibilidad del medio receptor. En las secciones anteriores de este capítulo se había consignado información acerca de la tolerancia auditiva de determinadas especies de fauna.

Los resultados de la modelación acústica finalmente determinarán las áreas con mayor nivel de impacto, así como las zonas de seguridad para las especies tolerantes al incremento del nivel sonoro, considerando su umbral de molestia.

El software utilizado para la modelación acústica está basado en el programador MatLab<sup>14</sup> y otros programas (Fortran).

<sup>14</sup> MATLAB (abreviatura de: MATrix LABoratory, "laboratorio de matrices") es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado, con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Entre sus aplicaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware. El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI).



De acuerdo a la evaluación cualitativa realizada, entre los impactos ambientales negativos valorados como *moderados* se encuentran:

- a) Alejamiento temporal de individuos de peces
- b) Alejamiento temporal de individuos de mamíferos marinos
- c) Alejamiento temporal de individuos de tortugas

Otro impacto ambiental moderado relacionados al medio físico son:

- a) Incremento de los niveles de presión sonora en el agua

Este último impacto no será cuantificado bajo los resultados de la modelación.

En función a lo señalado anteriormente y considerando la existencia de información disponible acerca de la tolerancia acústica de la biota marina, se determina que la evaluación será cuantificada sobre los impactos significativos en el medio biótico señalados anteriormente.

### 5.6.1 ESQUEMA METODOLÓGICO

Para la evaluación cuantitativa del impacto ambiental generado por las ondas acústicas sobre el medio receptor (biota marina), se utilizó como medida de impacto para diferentes sectores de la columna de agua el valor decibeles/minuto.

Para ello, se realizó el cálculo de la cantidad de minutos que va a estar expuesto cada sector del área de influencia en función de la velocidad del barco de sismica R/V Gulf Supplier y de la intensidad de la señal sonora que emite.

La estimación de la profundidad en cada punto del área de estudio (límite del Lote Z-48) se obtuvo a través de la creación de programas de computación en el lenguaje de programación Fortran. La información de las isobatas presentes en los planos del Lotes Z-48 se utilizó para estimar la profundidad de aquellos puntos que no se encontraran sobre una de estas. Para ello, se estimó mediante el Kernel de Epanenchikov (Hårdle, 1989) una secuencia de pesos  $\{W_{ni}(x)\}$   $n_i = 1$  construidos como función de la distancia entre el punto a estimar y los datos disponibles. Los gráficos correspondientes se realizaron con el programa MatLab.

La estimación de los mayores niveles de presión acústica será determinada de acuerdo al recorrido que realice la embarcación científica por las líneas o rutas sísmicas, considerando aquellas áreas en las cuales se determina una mayor densidad en el accionamiento de las cámaras de aire. En dicho análisis se toma en cuenta la distribución espacial de los recursos marinos, así como sus umbrales de detección y reacción.

### 5.6.2 ANÁLISIS DEL INTERVALO DE TIEMPO VERSUS NIVEL SONORO

A fin de entender los gráficos que se obtuvieron mediante los modelos físicos matemáticos se presentaran las equivalencias de los grados de latitud a magnitudes físicas de distancia, en este caso kilómetros.

- a) 1° grado de latitud es equivalente a 111,32 km.



b) 1 milla náutica es 1 minuto de latitud y equivalen casi a 1,851852 km

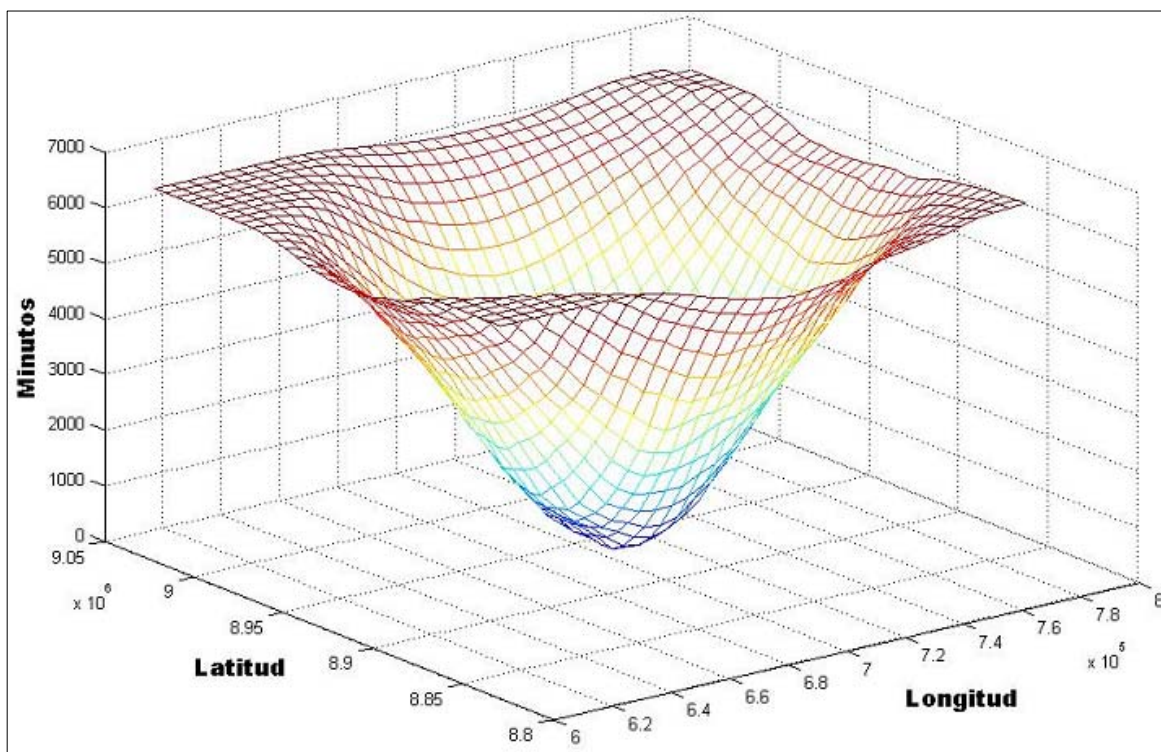
La distribución del nivel de presión acústica ha sido representada en una escala grafica donde se muestra la delimitación tridimensional del área de estudio, delimitada por el Lote.

Los escenarios sobre los cuales se ha realizado la modelación han considerado niveles acústicos desde los 120 dB.

#### 5.6.2.1 NIVEL SONORO MENOR A 120 DB

Aquellos sectores que se encuentran en la periferia del área delimitada por los polígonos, donde se va a realizar la prospección sísmica, se encontrarían menos afectados que aquellos que se encuentran en el centro, dado que el barco recorrería la cercanía de la zona central en más de dos oportunidades. De acuerdo a lo observado en la Figura 9-1 se determina que en el área central hay un sector expuesto a menos minutos de bajos decibeles (<120 dB) y en la periferia es donde existe una mayor exposición en minutos a bajos decibeles.

Figura 5-2 Distribución del nivel sonoro (<120 dB) en función del tiempo y ubicación espacial



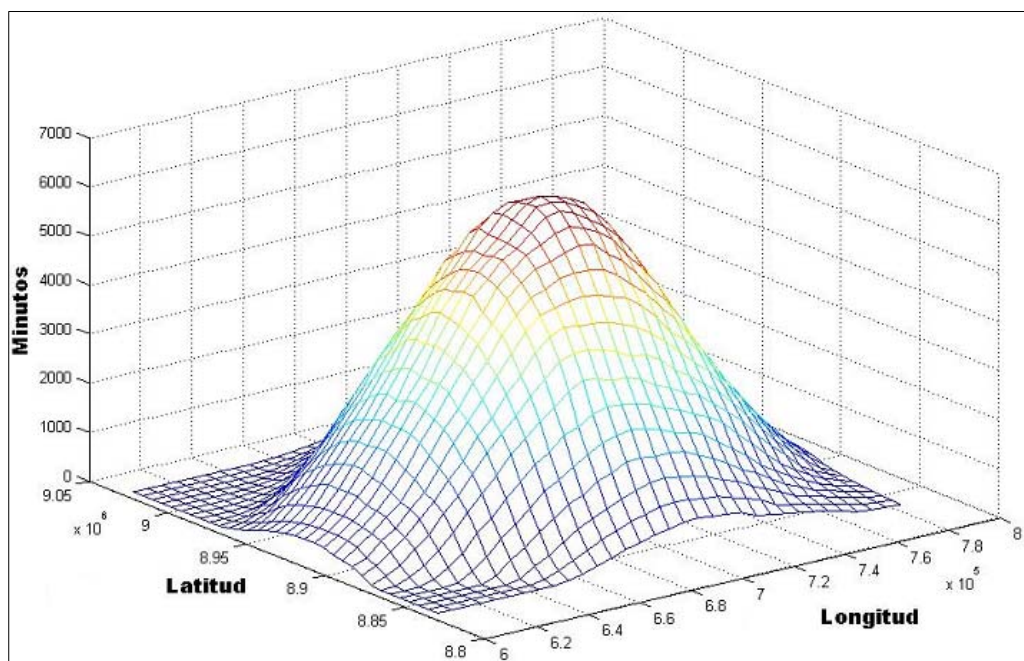
#### 5.6.2.2 NIVEL SONORO ENTRE 120 Y 150 DB

En la Figura 5-3, se observa también un sector central expuesto a más minutos en una cantidad media de decibeles (entre 120 y 150 dB). Por otro lado, la periferia estaría expuesta a pocos minutos de un nivel medio de niveles sonoros.





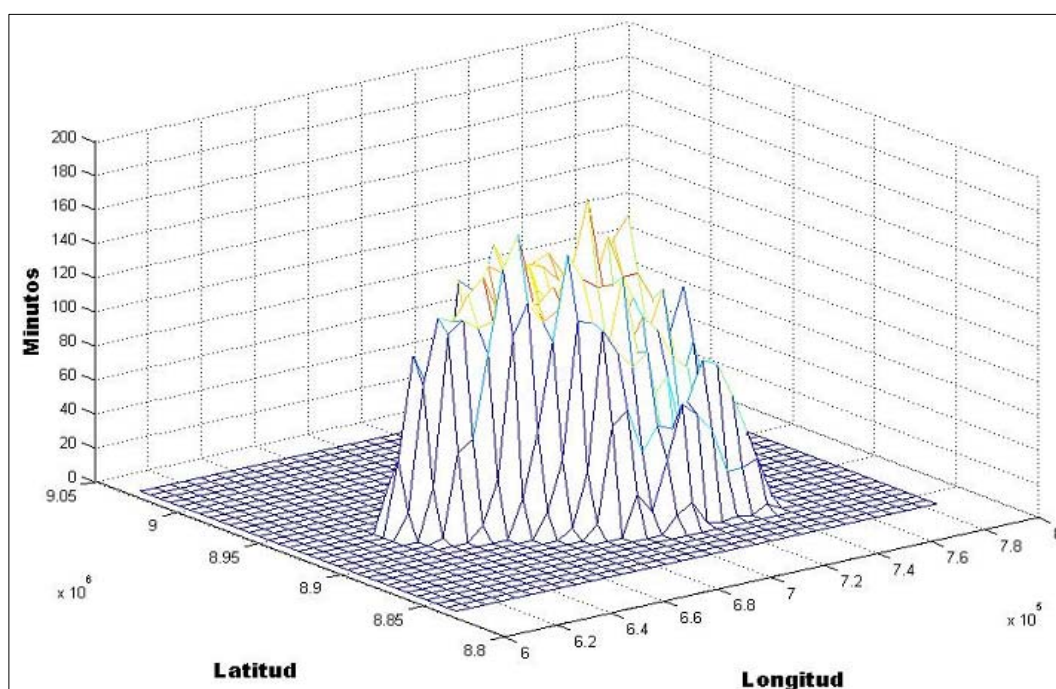
Figura 5-3 Distribución del nivel sonoro (entre 120 y 150 dB) en función del tiempo y ubicación espacial



### 5.6.2.3 NIVEL SONORO MAYOR A 150 DB

En la Figura 5-4 se puede observar la misma tendencia, una zona central estaría mayor cantidad de tiempo expuesta a altos niveles sonoros (>150 dB); en cambio, la periferia, estaría un menor tiempo expuesta a altos niveles sonoros. Es importante señalar que el pico de presión sonora máximo, en este caso es menor que lo presentado para las figuras anteriores.

Figura 5-4 Distribución del nivel sonoro (>150 dB) en función del tiempo y ubicación espacial





### 5.6.3 ANÁLISIS DE TRANSECTOS ACÚSTICOS

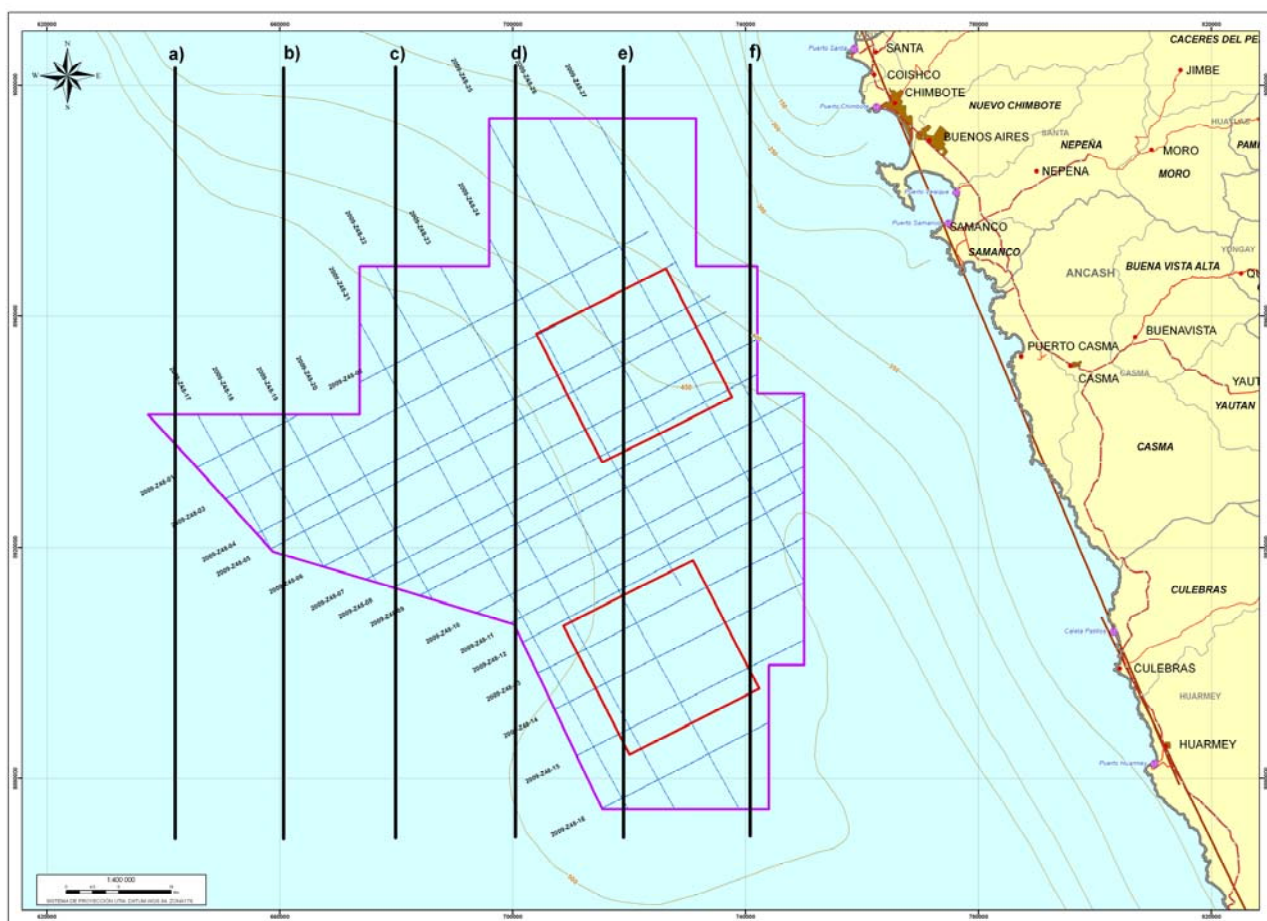
De acuerdo a lo señalado anteriormente, se ha determinado un mayor nivel de exposición de las ondas acústicas en el ámbito central del Lote Z-48. Para determinar el comportamiento de dichas ondas sonoras se ha realizado el trazo de transectos de evaluación acústica, en la cual se analizará los niveles de exposición de ruido (minutos), su intensidad, en cada sector en función de la latitud.

Para ello, se ha confeccionado seis transectos con dirección Norte a Sur sobre el área de influencia (definida por los límites del Lote Z-48).

La Figura 5-5 presenta la ubicación de los transectos acústicos. Para fines de la presente evaluación solo tomaremos en cuenta los transectos que abarcan la mayor parte del Lote correspondiente a los transectos c), d) y e). En el Anexo 6.0 se presenta el informe de modelación acústica que muestra la evaluación general.

La interpretación de la intensidad se realiza de acuerdo a los niveles sonoros descritos anteriormente.

Figura 5-5 Transectos de evaluación acústica



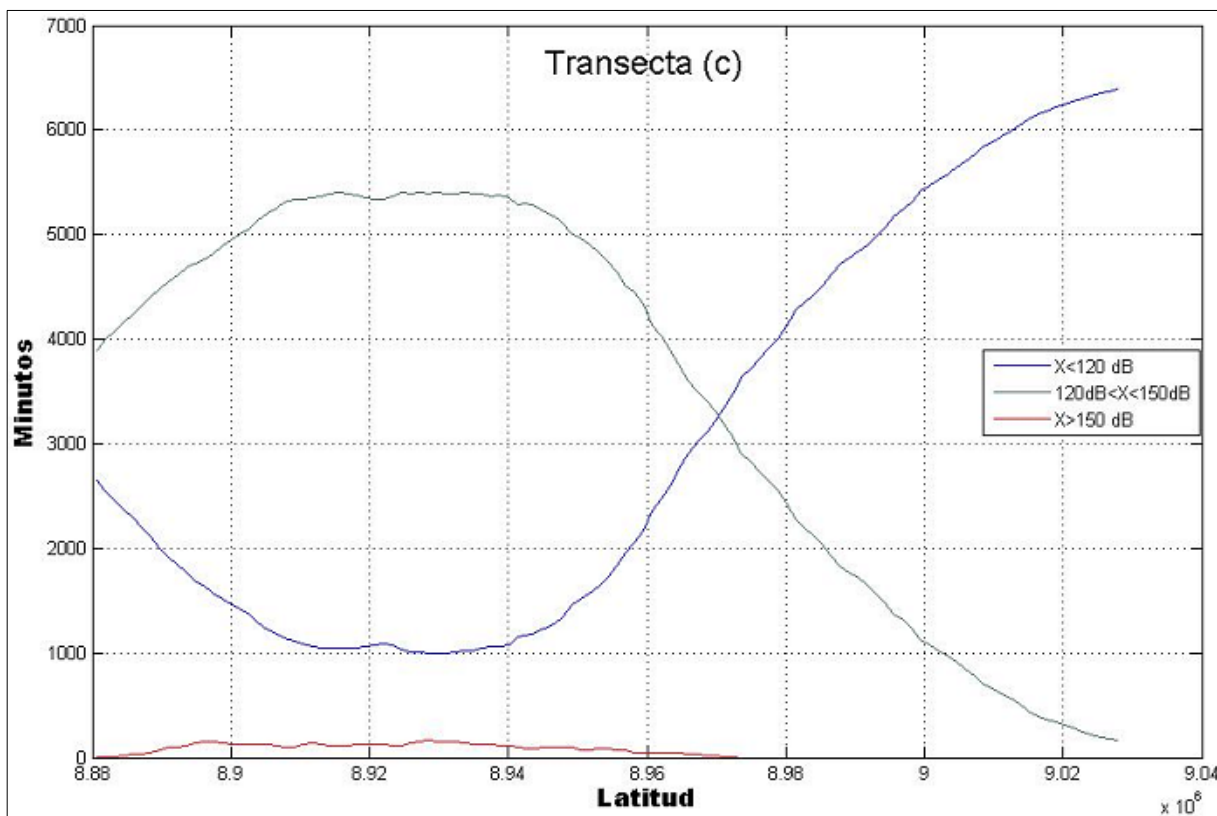




### 5.6.3.1 TRANSECTO C)

En la Figura 5-6 se observa que la curva correspondiente a un bajo nivel sonoro disminuye más drásticamente en la zona central del área de influencia para luego aumentar cuando sale de ésta. La curva correspondiente a un nivel de presión medio aumenta justamente en la zona central del área de influencia y la curva correspondiente a un alto nivel de presión sonora es baja, aunque cada vez se propaga a mayor distancia por atravesar cada vez zonas más amplias.

Figura 5-6 Distribución de los niveles sonoros en la trayectoria "c"



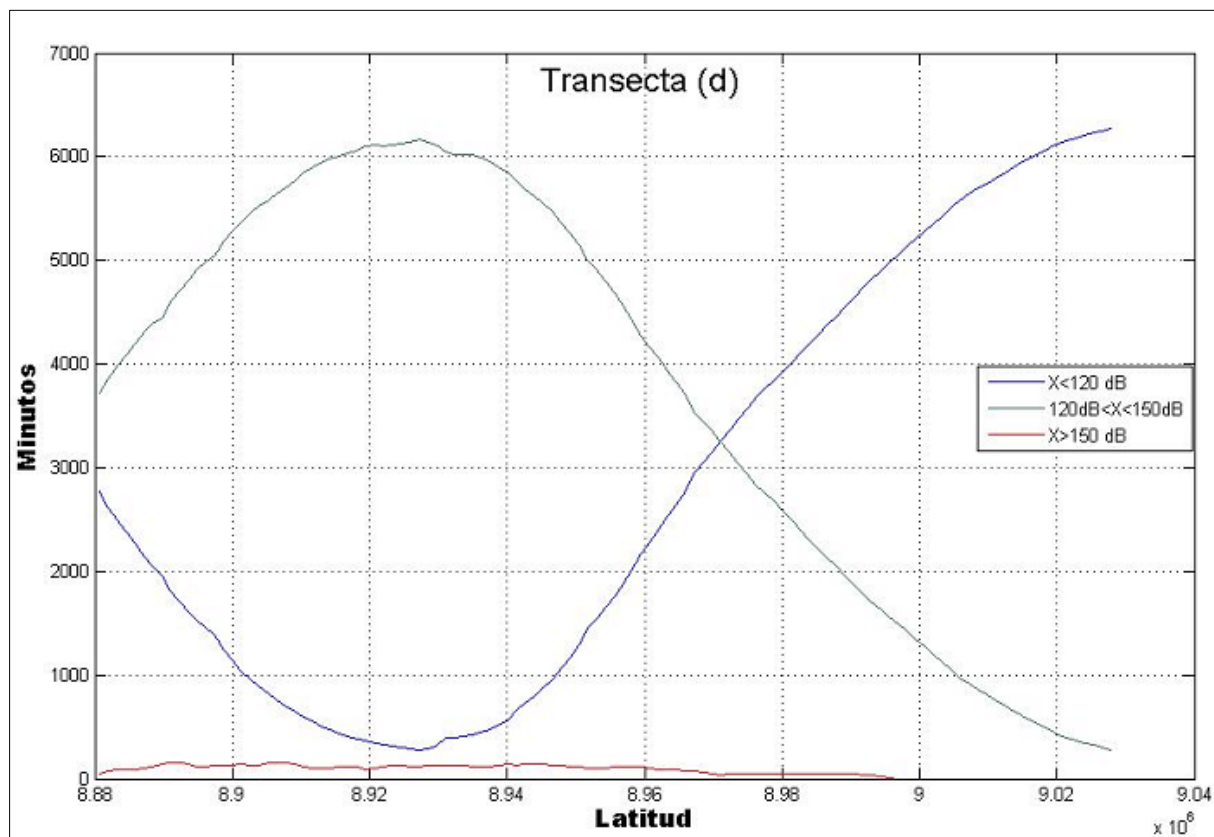
### 5.6.3.2 TRANSECTO D)

En la trayectoria "d" (Figura 5-7) se repite la tendencia, donde los picos en minutos ya sea para una máxima exposición como para una mínima exposición alcanzan los mayores niveles. La curva correspondiente a un bajo nivel sonoro disminuye mucho más marcadamente en la zona central del área de influencia que en las otras trayectorias. Esto se debe a que es la trayectoria que atraviesa el centro del área de influencia, que corresponde a la zona de intervalo máximo de tiempo de exposición a niveles medios y altos de presión sonora.

La curva correspondiente a una cantidad media de decibeles aumenta justamente en la zona central del área de influencia y la curva correspondiente a una cantidad alta de decibeles es baja aunque abarca mayores grados de latitud porque es una de las transectas que atraviesa una zona más amplia.



Figura 5-7 Distribución de los niveles sonoros en la trayectoria "d"

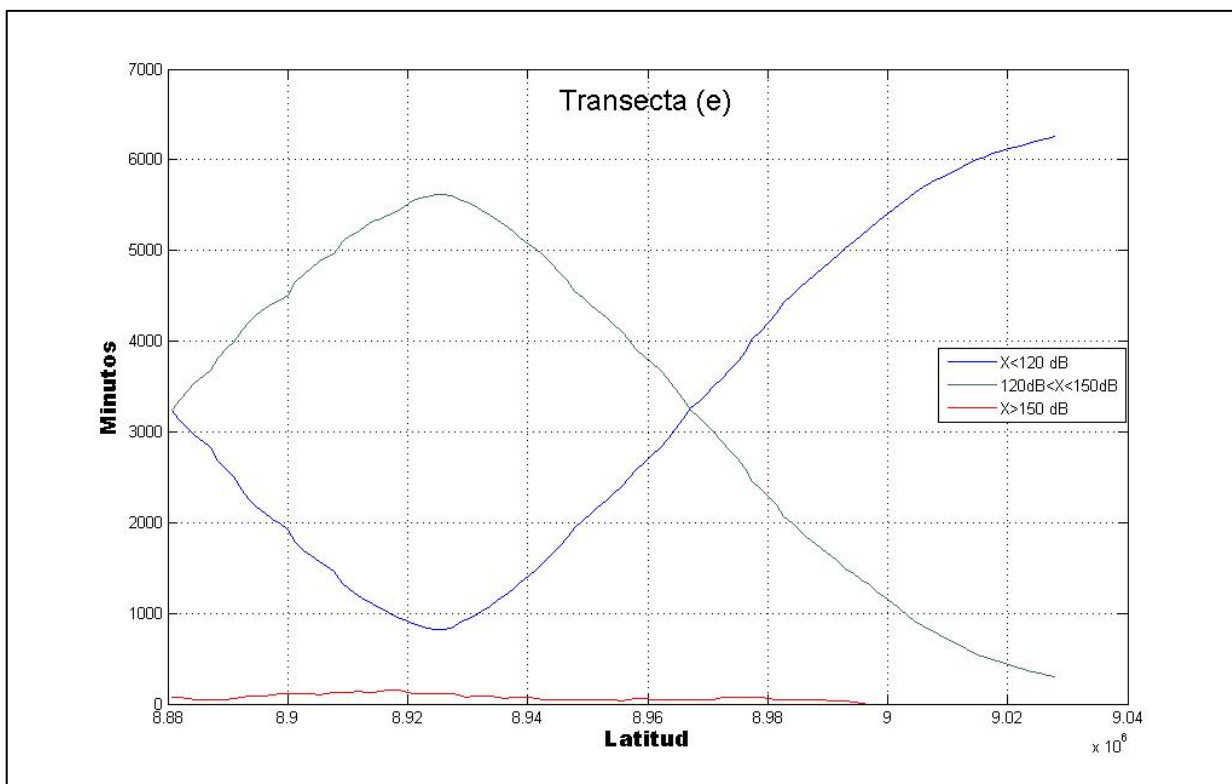


### 5.6.3.3 TRANSECTO E)

Se observa la misma tendencia (Figura 5-8), aunque ahora no tan marcadamente por estar ya un poco más alejada de la zona central del área de influencia. En este sentido, es notable como sigue un patrón similar a la transecta (c) que justamente está ubicada aproximadamente a la misma distancia de la zona central.



Figura 5-8 Distribución de los niveles sonoros en la trayectoria “e”



#### 5.6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la simulación obtenidos con los datos de batimetría del área del proyecto determinan lo siguiente:

- Para los niveles sonoros menores de 120 dB generados, sus efectos sonoros en el centro de la trayectoria estarán presentes en el ambiente durante 6 000 minutos o sea más de cuatro (4) días a una profundidad de menor a 100 m.
- Los resultados del estudio indicarían que aquellos sectores que se encuentran en la periferia del área delimitada el límite del Lote donde se va a realizar la prospección sísmica se encontrarían menos afectados que aquellos que se encuentran en el centro.
- Las zonas ambientalmente sensibles a las actividades del proyecto serían aquellas ubicadas en el centro del área de influencia y aquellas en donde se realizará la prospección sísmica 3D. Los puntos de mayor profundidad en el área de influencia del proyecto suavizarían el impacto producido en las zonas más sensibles, así como las zonas menos profundas lo intensificarían.

En base a estos resultados y conclusiones se realizará el análisis sobre los impactos ambientales significativos.

##### 5.6.4.1 ANÁLISIS SOBRE EL ALEJAMIENTO TEMPORAL DE MAMÍFEROS MARINOS

Las investigaciones realizadas sobre el comportamiento de los mamíferos marinos han determinado diferentes reacciones de respuesta frente al incremento del nivel de ruido. Este comportamiento depende también de la especie, considerando sus umbrales y niveles de tolerancia.



La línea base ambiental en el Lote Z-48 reportó la presencia de dos tipos de ballenas (ballena azul y ballena rorcual), así como una especie de delfín mular). Es evidente que estas especies tienen una amplia distribución no habiéndose identificado hábitats específicos (anidamiento y alimentación en el ámbito del Lote Z-48).

De acuerdo a los resultados de la modelación acústica, la mayor intensidad de sonido esperada durante la adquisición sísmica se dará en la zona central del Lote Z-48 a más de 20 millas de la costa frente a la provincia de Casma. La reacción de las especies frente al incremento del nivel acústico será la evasión y su alejamiento de la fuente. Esta ocurrirá considerando también una frecuencia máxima de 50 Hz. El mayor nivel de impacto se dará por un mayor nivel de exposición a las ondas acústicas.

Asimismo, de acuerdo a los resultados de la modelación acústica, la mayor intensidad acústica determinada en el Lote Z-48, determinará que podrían producirse posibles fenómenos de enmascaramiento de sonidos, disminuyendo las distancias sobre las cuales algunas especies se pueden comunicar, lo cual podría provocar impactos sobre sus poblaciones.

#### 5.6.4.2 ALEJAMIENTO TEMPORAL DE PECES

En la evaluación de impactos ambientales cualitativo se determinó que los peces reaccionaban ante un incremento en la intensidad acústica (generalmente sobre los 180 dB). Las mayores intensidades establecidas por el modelo acústico, relacionadas con los niveles de exposición según las transectas acústicas, han determinado valores superiores a los 120 dB hasta los 150 dB. El mayor nivel de impacto se generará en el ámbito central del Lote donde existirá una mayor intensidad y donde existirá un mayor nivel de exposición.

La línea base ambiental de los recursos pesqueros ha determinado en el Lote Z-48, según desembarques la presencia de especies pelágicas principalmente anchoveta, en áreas donde se desarrollan mayormente una pesquería industrial. Otras especies con mayores desembarques (2007) corresponden al jurel, el perico, la caballa y el calamar.

La anchoveta tiene una amplia distribución, por cuanto, se espera su alejamiento cuando detecten el umbral de reacción de las ondas acústicas. Estos niveles tendrán un mayor efecto en el ámbito central del Lote.

En la evaluación del impacto también es importante tener en cuenta la reducción de los niveles de presión sonora durante la adquisición sísmica, a medida que se profundiza la onda acústica, considerando factores de atenuación (refracción, reflexión, etc.). Los resultados de la modelación acústica han determinado también factores de atenuación y pérdida de transmisión sonora de acuerdo a las características batimétricas del área de estudio (el rango de batimetría en el Lote Z-48 es desde los 100 a 1000 m). La Figura 5-9 presenta el esquema de pérdida de transmisión determinada por el método de Ramgeo.

Es importante señalar también que lo determinado por el modelo acústico, respecto a la pérdida de transmisión, es también corroborado por el modelo de Richardson (ver Figura 5-10), en la cual se determina que los mayores niveles de intensidad acústica tienen un mayor nivel de impacto sobre los huevos y larvas de peces, el plancton; siendo el menor nivel de impacto sobre la fauna bentónica.



Figura 5-9 Curvas isofotónicas (método Rangeo)

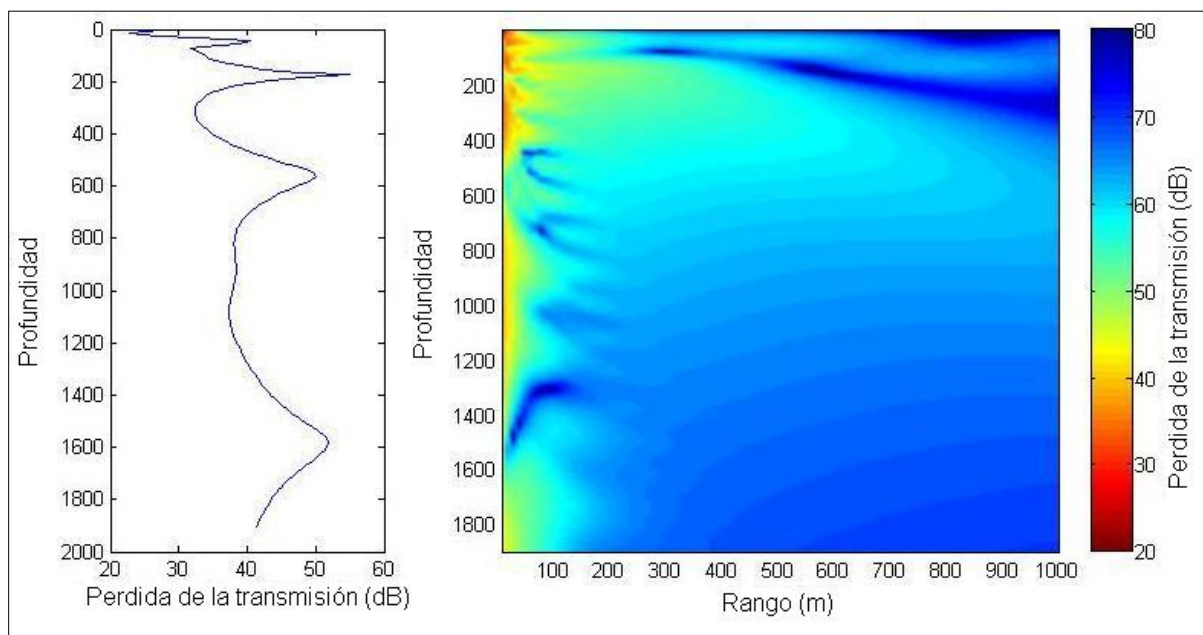
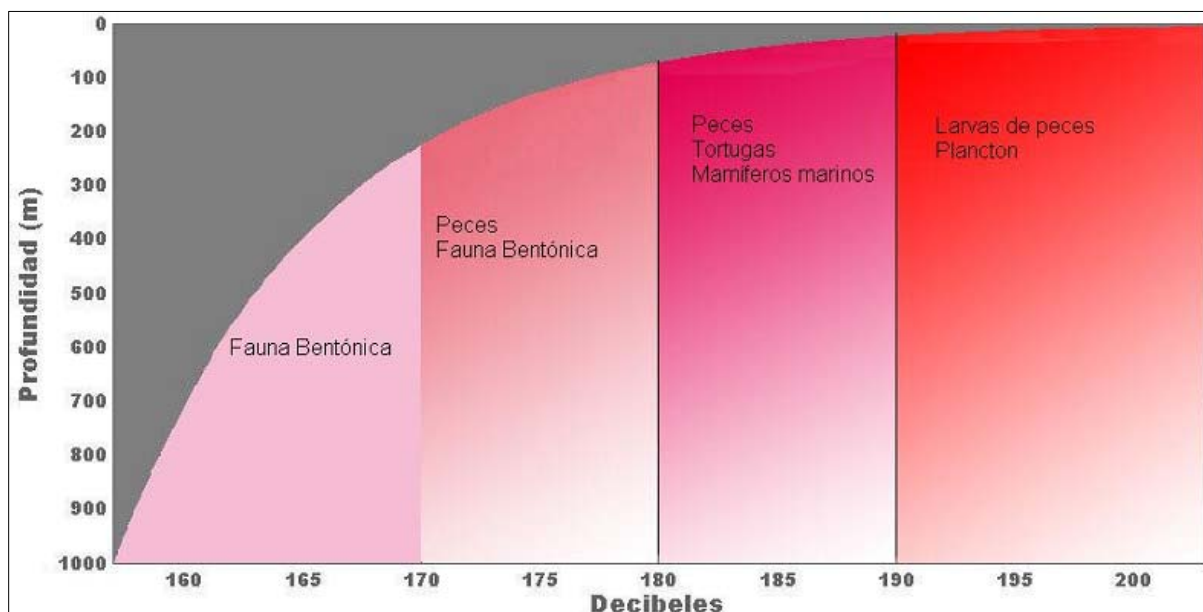


Figura 5-10 Reducción de la intensidad sonora (dB) en función de la profundidad según Richardson. Detalle de la fauna afectada para cada rango de decibeles considerado



#### 5.6.4.3 ALEJAMIENTO TEMPORAL DE TORTUGAS MARINAS

La información disponible establece que el rango de frecuencia de la mejor sensibilidad auditiva de las tortugas marinas se extiende desde aproximadamente 250-300 Hz a 500-700 Hz; deteriorándose la sensibilidad al alejarse de dicho rango a más bajas o altas frecuencias. La frecuencia generada por la adquisición sísmica en el Lote Z-48 será de 50 Hz.



La Figura 5-10 establece un rango de audición de las tortugas de 180 a 190 dB. Al analizar la presencia de tortugas marinas en el Lote Z-48, se determinó que durante los trabajos de campo no fueron avistados ninguna de estas especies. Sin embargo, ello no significa que no puedan encontrarse durante la adquisición sísmica, considerando su amplio rango de distribución en el mar peruano. Entre las especies comunes que podrían estar presentes se encuentra la es la tortuga verde (*Chelonia mydas*); otras especies identificadas son la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

El impacto fue considerado moderado principalmente por el rango de superposición de ciertas frecuencias que determinaría el alejamiento de las especies a la fuente de sonido.

Al analizar los resultados de la modelación acústicas podemos determinar un mayor nivel de impacto cuando las tortugas marinas se desplacen por el centro del Lote, donde la intensidad acústica será mayor.