

MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Expte. 2016/18290

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y
MEDIO AMBIENTE

R.M. 1283/2017

Montevideo,

18 AGO 2017

VISTO: la propuesta de Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de Prospección Sísmica Submarina (Exp. 2016/14000/18290);

RESULTANDO: I) que conforme la Ley N° 16.466 de 19 de enero de 1994, y el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales (aprobado por Decreto N° 349/005, de 21 de setiembre de 2005), requerirán Autorización Ambiental Previa los estudios del lecho marino o del subsuelo marino, incluyendo las actividades de prospección y las de exploración de los mismos, en todos esos casos cuando se realicen a través de métodos que utilicen fuentes acústicas o electromagnéticas;

II) que según el Área Evaluación de Impacto Ambiental, por informe de 12 de diciembre de 2016, el objetivo principal de la Guía es establecer lineamientos de carácter técnico para la evaluación de impactos y para la aplicación de buenas prácticas ambientales en las actividades de prospección sísmica submarina, así como establecer el contenido que deberá tener la presentación de la solicitud de Autorización Ambiental Previa;

CONSIDERANDO: I) que la Dirección Nacional de Medio Ambiente elaboró una guía denominada "Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de Prospección Sísmica Submarina", a través de un proceso que contó con distintas instancias de discusión técnica y participación de los interesados, tanto públicos como privados;

II) que habrá de procederse en la forma sugerida, aprobándose la referida Guía, que redundará en un mejoramiento de la gestión de la actividad de prospección sísmica submarina, así como la evaluación de sus impactos;

ATENTO: a lo dispuesto por la Ley N° 16.466 de 19 de enero de 1994, la Ley N° 17.283 de 28 de noviembre de 2000 y el Decreto N° 349/005 de 21 de setiembre de 2005;

LA MINISTRA DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO
TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE

RESUELVE:

- 1º.- Apruébase la "Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de la Prospección Sísmica Submarina", cuyo texto se adjunta.-
- 2º.- Cométase a la Dirección Nacional de Medio Ambiente, dar a conocimiento interno la Guía que se aprueba, así como otorgarle difusión a través de los medios que entienda pertinentes.-
- 3º.- Facúltase a la Dirección Nacional de Medio Ambiente a introducir al texto aprobado, las modificaciones gráficas y de edición necesarias, así como los ajustes que se identifiquen con base en la experiencia de su uso.-
- 4º.- Vuelva a la Dirección Nacional de Medio Ambiente a sus efectos.-



Arq. Eneida de León
Ministra de Vivienda,
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

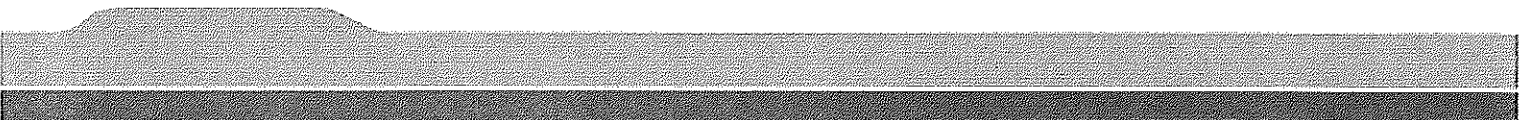
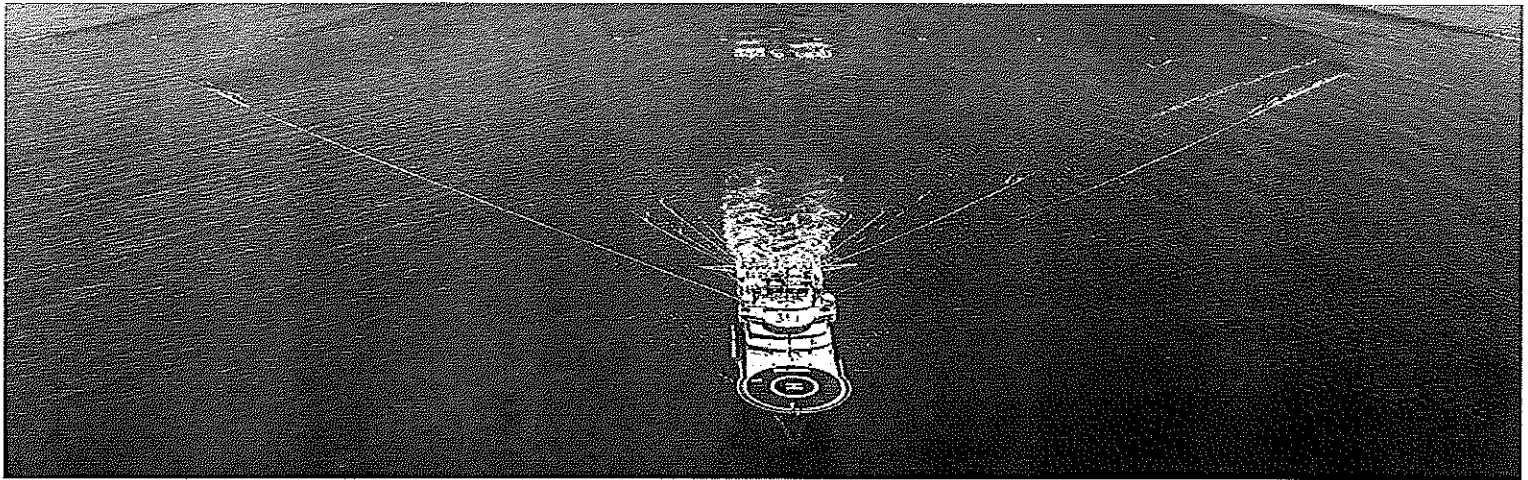


MVOTMA

Ministerio de Vivienda,
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de Prospección Sísmica Submarina

Julio 2017



Autoridades

Ministra de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Eneida de León

Subsecretario de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Jorge Rucks

Director Nacional de Medio Ambiente

Alejandro Nario

Equipo de trabajo

Lucía Castillo (División Evaluación de Impacto Ambiental y Licencias Ambientales), Álvaro Ponce y Victoria Laporte (División Emprendimientos de Alta Complejidad), Luis Rubio (Departamento Gestión Costera y Marina).

Revisión y edición

Rosario Lucas (Gerente de Área Evaluación de Impacto Ambiental), Eugenio Lorenzo (Director División Emprendimientos de Alta Complejidad), Luis Anastasia (Director Evaluación de Impacto Ambiental y Licencias Ambientales), María Noel Martínez (Directora Departamento Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos).

Índice

1. Objetivo	9
1.1. Objetivo principal	9
1.2. Objetivos secundarios	9
2. Descripción de la actividad	9
3. Alcance	11
4. Terminología y abreviaturas	12
5. Análisis de aspectos ambientales significativos de la actividad	13
5.1. Generación y propagación de la onda de sonido	13
5.2. Impacto asociado al equipamiento de prospección sísmica submarina	13
5.3. Emisiones al aire, emisiones líquidas y residuos sólidos	13
5.4. Presencia física	14
5.4.1. Interferencia con otros usos	14
5.4.2. Interferencia con zonas de protección y manejo de recursos biológicos	14
5.5. Percepción social negativa	15
5.6. Aspectos ambientales específicos del OBC	15
6. Buenas prácticas ambientales de gestión de la actividad para minimizar los impactos	15
6.1. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la generación y propagación de ondas de sonido	15
6.1.1. Presencia de OFM a bordo	15
6.1.2. Monitoreo Acústico Pasivo (PAM)	17
6.1.3. Observación de fauna marina previa al inicio progresivo	18
6.1.4. Detección de fauna marina durante los disparos	18
6.1.5. Inicio progresivo (<i>ramp up/soft start</i>)	19
6.1.6. Inicio de operaciones en condiciones de visibilidad precaria	19
6.1.7. Cambios de trayectoria durante la prospección (<i>line change</i>)	20
6.2. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la presencia física del equipamiento de prospección sísmica	20
6.2.1. Buenas prácticas específicas del OBC	20
6.2.2. Dispositivo en la boya terminal	20
6.3. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la interferencia con otros usos	20
6.3.1. Planificación temporal para minimizar afectaciones a la pesca comercial	20
6.3.2. Realización de reunión de coordinación previa al inicio de las operaciones	20
6.3.3. Presentación del plan de navegación	21
7. Lineamientos para la presentación de solicitud de la Autorización	21

Ambiental Previa

7.1.	Descripción general del proyecto	21
7.2.	Descripción de los medios físicos, biótico y antrópico en las áreas de influencia del proyecto	22
7.2.1.	Medio físico	22
7.2.2.	Medio biótico	23
7.2.3.	Medio antrópico	23
7.3.	Descripción y análisis de impactos	24
7.3.1.	Impactos derivados de la generación y propagación de la onda de sonido	24
7.3.1.1.	Descripción de los impactos	24
7.3.1.2.	Evaluación de los impactos	25
7.3.2.	Impactos derivados de la presencia física	29
7.3.2.1.	Interferencia con la pesca comercial	29
7.3.2.2.	Interferencia con zonas de protección y manejo de recursos biológicos	30
7.4.	Presentación de medidas de mitigación	30

8. Propuesta de clasificación **30**

Índice de figuras y tablas

Figura 1.	Descripción del recorrido de la onda de sonido	10
Figura 2.	Disposición del tren de cables, hidrófonos y cañones de aire en un barco de prospección sísmica	10
Figura 3.	<i>Ocean Bottom Cable</i>	11
Figura 4.	Zona de exclusión	14
Figura 5.	Relación entre la frecuencia del sonido de animales marinos y fuentes de ruido origen humano	26
Tabla 1.	Niveles de atenuación para algunas frecuencias	26
Tabla 2.	Niveles recibidos a distintas distancias asumiendo una transmisión esférica del sonido desde una fuente de intensidades: a) 230 y b) 260 dB re 1 μ Pa a 1 m (máx.=pico a pico)	27

Anexos

Anexo 1:	Formularios para la recolección y presentación de datos de observación de fauna marina	32
Anexo 2:	Listado de especies de particular preocupación (SoC) para la actividad	36

Siglas y acrónimos

AAP – Autorización Ambiental Previa

ANCAP – Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland

DINAMA – Dirección Nacional de Medio Ambiente

DINARA - Dirección Nacional de Recursos Acuáticos

GPS - Global Positioning System

JNCC - Joint Nature Conservation Committee

MIEM – Ministerio de Industria, Energía y Minería

MM - Medida de mitigación

OFM – Observador de Fauna Marina

OBC - Ocean Bottom Cable

PAM – Monitoreo Acústico Pasivo

PNN – Prefectura Nacional Naval

SOHMA - Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada

ZEE – Zona económica exclusiva



MVOTMA
Ministerio de Vivienda,
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

DINAMA
Dirección Nacional
de Medio Ambiente

1. Objetivos

1.1. Objetivo principal

Establecer lineamientos de carácter técnico para la evaluación de impactos y para la aplicación de buenas prácticas ambientales en las actividades de prospección sísmica submarina.

1.2. Objetivos secundarios

- a) Fortalecer y sistematizar la evaluación técnica de este tipo de proyectos.
- b) Facilitar la tramitación de la AAP por parte del titular.
- c) Establecer procedimientos operativos relacionados con la prevención y mitigación de posibles efectos no deseados de la exploración sísmica en la fauna marina.
- d) Estandarizar los procedimientos de observación de fauna realizados a bordo y la presentación de sus resultados.

2. Descripción de la actividad

La prospección sísmica submarina es la actividad que realiza el mapeo de las estructuras geológicas situadas por debajo del lecho marino, utilizando para ello las propiedades de las ondas de sonido.

Como fuente de sonido se utilizan cañones de aire (*airguns*), que generan ondas con una energía tal que se propagan miles de metros a través de las interfaces de agua y roca permitiendo obtener información a profundidades de más de 6.000 m por debajo del lecho marino. Los disparos de los cañones de aire suelen realizarse cada 10-25 segundos, las 24 horas del día, durante las jornadas que dure la campaña de adquisición sísmica. Eventualmente, la operativa puede verse interrumpida por las maniobras necesarias para el cambio de línea del buque sísmico, por tareas de mantenimiento o por presencia de especies de particular preocupación (SoC).

Cuando una onda sísmica encuentra un cambio en las propiedades elásticas del material, parte de la energía es reflejada por el lecho marino y el resto se transmite hacia una capa más profunda; la onda reflejada, llamada señal, es captada mediante hidrófonos (ver figura 1) que son instrumentos eléctricos diseñados para la detección y monitoreo de sonidos bajo el agua. Una vez captadas las señales éstas son combinadas e interpretadas electrónicamente para obtener información acerca de la profundidad, posición y perfil de las formaciones geológicas.

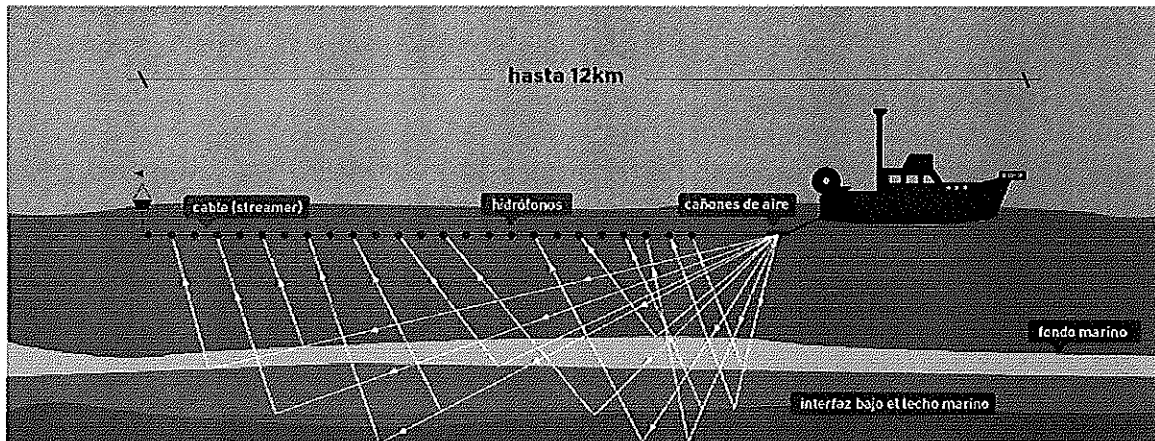


Figura 1. Descripción del recorrido de la onda de sonido

Los hidrófonos se despliegan a intervalos regulares dentro de cables sumergidos a cierta profundidad denominados *streamers*. Generalmente este equipamiento va montado en barcos de entre 75 y 100 m de eslora que arrastran los *streamers* en arreglos de varios centenares de metros de ancho tanto hacia babor como hacia estribor y longitudes de hasta 12 km (ver figura 2).

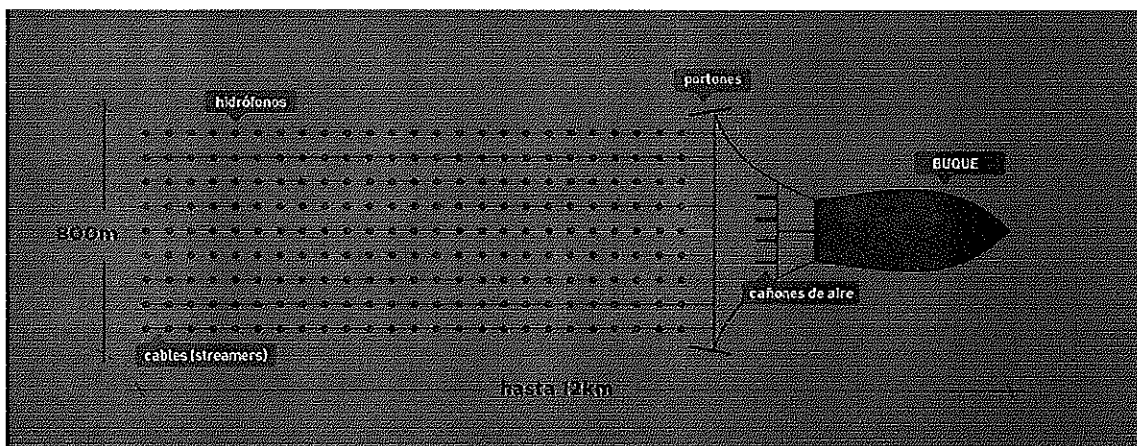


Figura 2. Disposición del tren de cables, hidrófonos y cañones de aire en un barco de prospección sísmica

Durante la prospección, los barcos navegan a una velocidad de entre 4 y 5 nudos, recorriendo trayectorias compuestas por un número predeterminado de líneas de navegación paralelas. Cada vez que se completa una línea de navegación, se realiza una maniobra para posicionarse en una nueva línea, la que puede oscilar entre minutos y horas según la disposición del estudio y la configuración del equipo.

Adicionalmente, se cuenta con la presencia de buques de apoyo con el propósito de asegurar que la zona de exclusión quede liberada de tráfico marítimo y éste no interfiera con la zona donde están desplegados los *streamers*. Los buques de apoyo se utilizan también para el reabastecimiento de combustible, provisiones, insumos y otros materiales al buque que realiza la prospección sísmica.

Asimismo, existe otra modalidad de prospección denominada Ocean Bottom Cable (OBC) en la cual los *streamers* se colocan en el fondo marino desde una embarcación estacionaria, con una segunda embarcación que se usa para mover los cañones de

forma paralela o perpendicular a los cables del fondo (ver figura 3). Esta técnica permite alcanzar resoluciones mayores que las logradas mediante *streamers* superficiales (históricamente se han empleado en profundidades menores a 200 m pero en la actualidad hay cables modernos que permiten su empleo a mayores profundidades), pero la necesidad de tirar y recoger los cables hacia y desde el fondo marino hace que el área cubierta sea mucho menor.

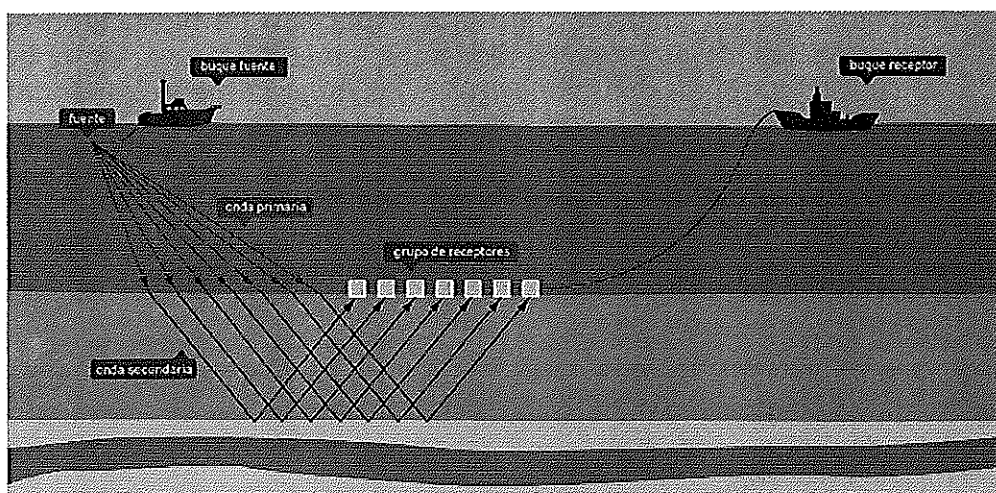


Figura 3. Ocean Bottom Cable

Por otro lado, existen actividades tales como las prospecciones por electromagnetismo las cuales utilizan dos tecnologías diferentes:

- a) Los levantamientos magnetotelúricos que detectan las variaciones naturales en el campo magnético terrestre, se utilizan en combinación con datos sísmicos para obtener un modelo más calibrado del subsuelo. En esta actividad se remolca equipamiento receptor de señales magnéticas desde un buque.
- b) Los levantamientos electromagnéticos con fuentes controladas se desarrollan mediante la emisión de señales que son recogidas por receptores colocados en el fondo marino. Esta tecnología emite tres tipos de señales: una señal directa, una que llega hasta la interfaz aire agua y otra que ingresa al subsuelo e interactúa con capas de resistividad variada, lo cual genera una señal de respuesta que contiene información geológica que se propaga en forma ascendente hasta los receptores.

3. Alcance

Los lineamientos que plantea esta guía son específicos para las actividades de prospección sísmica submarina y también para actividades de estudio del lecho o subsuelo marino a través de métodos que utilicen fuentes acústicas y electromagnéticas en la plataforma continental uruguaya y en la zona económica exclusiva (de conformidad con el num. 36, del art. 2º del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales, aprobado por Decreto N° 349/005, de 21 de setiembre de 2005).

Estos lineamientos aplican tanto para la comunicación del proyecto como para la solicitud de Autorización Ambiental Previa, en todas las etapas que establece el Decreto N° 349/005.

4. Terminología y abreviaturas

Área de exclusión: área de seguridad que rodea al buque de prospección sísmica y el equipamiento que éste arrastra. Dada la maniobrabilidad restringida del buque se impide la navegación dentro de esta área.

Electromagnetismo: método utilizado para la prospección de hidrocarburos a través de la identificación de las características del subsuelo, utilizando los contrastes en resistividad, y el cual comprende dos tecnologías: los levantamientos magnetoteléuticos y los levantamientos electromagnéticos con fuente controlada...

Fuente acústica sísmica: emisores de aire comprimido que producen un pulso sismo-acústico en el agua, cuya firma espectral de energía acústica depende de la presión del aire, del volumen de los cañones y de su profundidad de despliegue.

Inicio progresivo (*ramp up/ soft start*): encendido de las fuentes de aire a baja potencia, que va aumentando de forma progresiva hasta alcanzar la máxima potencia (generalmente en un periodo de 20 minutos). El tiempo en el que se alcance la máxima potencia dependerá del tipo de prospección sísmica empleado, del área de trabajo y de la época del año.

Intervalo de disparo: intervalo entre los pulsos (disparos) de una o varias fuentes de aire comprimido.

Monitoreo Acústico Pasivo (PAM): sistema de detección de emisiones sonoras de fauna submarina que son captadas por un operador mediante la utilización de hidrófonos.

Nivel sonoro pico: es la presión de sonido máximo durante un intervalo de tiempo determinado. Una presión acústica de pico puede surgir a partir de una presión positiva o negativa, y la unidad es el pascal (Pa). Esta cantidad es típicamente útil como una métrica para una forma de onda pulsada, aunque también puede ser usada para describir una forma de onda periódica.

Observador de Fauna Marina (OFM): individuo responsable de llevar a cabo el monitoreo visual de la fauna marina.

Ocean Bottom Cable (OBC): técnica de exploración sísmica en la cual los *streamers* se colocan en el fondo marino desde una embarcación estacionaria, con una segunda embarcación que se usa para mover los cañones de forma paralela o perpendicular a los cables del fondo.

Presión del sonido (o presión del sonido instantáneo): es la diferencia entre la presión total instantánea y la presión que existiría en ausencia de sonido. Es la cantidad que está representada cuando se hace referencia a la forma de onda de presión sonora. La presión del sonido se expresa en unidades de Pascales (Pa).

Prospección Sísmica 2D: aquella técnica en la que el buque cuenta con un único cable con hidrófonos (*streamer*) y una única fuente de sonido.

Prospección Sísmica 3D: la técnica en la que el buque cuenta con varios cables con hidrófonos (*streamers*) ubicados equidistantes entre sí, separados entre 50 y 120 m, y con una o dos fuentes de sonido.

SoC: Especies de particular preocupación considerando el potencial impacto negativo que pudiera ser generado por la actividad sobre ellas.

Streamers: cables que son remolcados por el barco y que acarrean equidistantes varios cientos de dispositivos receptores, denominados hidrófonos. Cada uno de los *streamers* tiene una longitud usualmente de hasta 12.000 m y son remolcados sumergidos en el agua a una profundidad de entre 6 y 12 m, con el fin de disminuir el efecto de las olas.

Zona de Mitigación: zona predefinida en torno al arreglo de cañones donde la detección de SoC activa las medidas de mitigación previstas.

5. Análisis de aspectos ambientales significativos de la actividad

La prospección sísmica submarina conlleva diversos aspectos ambientales que deben ser adecuadamente gestionados. De lo contrario podrían generarse impactos ambientales negativos tanto sobre el medio físico como en su biota asociada, así como también interferir negativamente con otros usos comerciales del mar.

A continuación se presentan los principales aspectos ambientales vinculados a esta actividad, los cuáles al momento de la evaluación de impacto han de integrarse con las condiciones del medio donde se plantea la prospección.

5.1. Generación y propagación de la onda de sonido

El sonido subacuático proveniente de las actividades de prospección sísmica tiene el potencial de generar impactos negativos en la fauna marina, los cuales van desde la degradación de su hábitat acústico, induciendo el escape de la zona o cambios en los patrones de comportamiento habituales (alimentación, reproducción y comunicación), hasta el daño físico como un escenario extremo. Lo antedicho sería perjudicial debido al importante rol que ocupan el sentido de la audición y la comunicación en el comportamiento de algunas especies acuáticas.

5.2. Impacto asociado al equipamiento de prospección sísmica submarina

Se ha registrado en esta actividad el atrapamiento de tortugas marinas y peces luna (*Mola sp.*) principalmente en las boyas terminales.

5.3. Emisiones al aire, emisiones líquidas y residuos sólidos

Las emisiones gaseosas generadas por la combustión de motores en un barco de prospección, así como las emisiones líquidas y la generación de residuos sólidos, no son elementos distintos a los generados por cualquier otro buque.

En tal sentido, los buques de prospección deben dar cumplimiento a la normativa aplicable (nacional e internacional), en particular el Convenio Internacional para

Prevenir la Contaminación por los Buques (Decreto Ley N° 14.885, de 25 de abril de 1979), y las Disposiciones Marítimas dictadas por la PNN.

De cumplirse con dicha normativa, no es esperable que se tengan impactos residuales significativos derivados de estos aspectos.

5.4. Presencia física

5.4.1. Interferencia con otros usos

Es esperable cierto nivel de interferencia de la actividad de prospección sísmica con la pesca comercial y el tráfico marítimo (cabotaje, carga y transporte de pasajeros), debido a la restricción de acceso a los espacios marítimos ocupados por la actividad de prospección sísmica (buque de prospección, buques acompañantes, *streamers* y *airguns*).

La figura 4 presenta las principales características de una zona de exclusión típica que va acompañando la trayectoria del buque durante el desarrollo de la actividad de prospección.

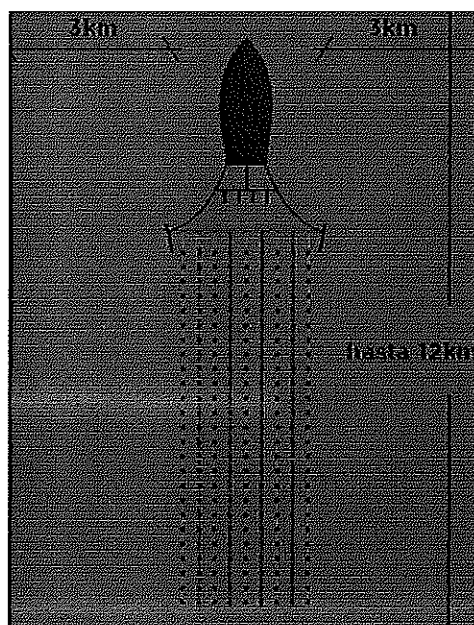


Figura 4. Zona de exclusión

5.4.2. Interferencia con zonas de protección y manejo de recursos biológicos

Cuando la actividad se desarrolle en zonas de protección o manejo de fauna y potenciales áreas naturales protegidas, se podrían generar interferencias negativas con las pautas de conservación y manejo para las mismas.

5.5. Percepción social negativa

Dadas las interferencias arriba mencionadas, la actividad de prospección puede generar una percepción negativa sobre la población y especialmente entre quienes desarrollan otros usos vinculados con la zona donde se plantea ejecutarla.

5.6. Aspectos ambientales específicos del OBC

Los potenciales impactos específicos derivados de esta modalidad de prospección surgen como perturbaciones o disturbios al ecosistema marino bentónico como resultado de:

- a) Despliegue, arrastre e izado de anclas y cables sobre el fondo marino durante la operativa.
- b) Pérdida o abandono de dichos equipos ante emergencias o eventos extremos.

La magnitud de tales impactos depende de las características particulares, ambientes y ecosistemas que contenga el lecho marino en la zona objeto de prospección.

6. Buenas prácticas ambientales de gestión de la actividad para minimizar los impactos

Las mejores prácticas para este tipo de actividad se abocan a la gestión de los 3 aspectos ambientales que presentan mayor potencial de generar impactos ambientales negativos significativos, los cuales son:

- a) Generación y propagación de ondas de sonido.
- b) Presencia física (equipamiento).
- c) Interferencia con otros usos.

6.1. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la generación y propagación de ondas de sonido

6.1.1. Presencia de OFM a bordo

Para minimizar los impactos sobre las SoC se debe desarrollar la prospección cuando no se haya detectado la presencia de ejemplares de estas especies en la zona de mitigación. Por ello, a los efectos de la detección de este tipo de fauna en la zona de actuación, los buques de prospección sísmica incorporarán como parte de su operativa normal la presencia de OFM a bordo complementada con la inclusión de operadores de PAM como alternativa para cuando las condiciones de visibilidad están restringidas.

a) Descripción de la labor de los OFM

Los OFM tienen como principal función velar por el cumplimiento de los requisitos impuestos por las autorizaciones ambientales en cuanto a las medidas de mitigación (MM) predefinidas para proteger las SoC.

El titular del proyecto de la prospección sísmica, gestionará con las autoridades competentes, una reunión de coordinación previa a la actividad, con la participación de los OFM donde, entre otros aspectos, éstos tomarán conocimiento de las tareas a

realizar y el alcance de su presencia en el buque. En ese sentido, los OFM a bordo deben observar la presencia de SoC y en caso de avistamiento, indicar la aplicación de las MM correspondientes acordadas en dicha reunión.

Los OFM deben coordinar con el jefe de operación sísmica, o quien la empresa haya designado en la reunión de coordinación previa, y estar en conocimiento del cronograma de operaciones propuesto. Los canales de comunicación entre la tripulación y los OFM deben ser fluidos.

El lugar de trabajo del OFM debe ser en la zona de la embarcación que le permita obtener una visión de 360°. Usualmente la plataforma situada encima del puente de mando es el lugar más apropiado para ello.

El equipo mínimo con que deben contar los OFM comprende GPS, prismáticos reticulados, cámara fotográfica, regla de medición que permitan determinar la distancia, *walkie talkie*, cámara fotográfica réflex con lente de al menos 300mm y guías para la identificación de SoC. Los OFM deben contar con un ordenador portátil, que les permita cargar los datos de avistamiento así como el tracking del GPS. Para el registro y presentación de los datos observados, los OFM utilizarán las planillas detalladas en el Anexo 1 de esta guía.

Cuando sea necesario el trabajo conjunto de un OFM con un operador PAM, ambos deben estar en permanente contacto por *walkie-talkie* u otra vía de comunicación para la correcta toma de datos y para transmitir la información importante al responsable de la campaña.

Se requiere la presencia de tres (3) OFM a bordo, con la finalidad de que en horas diurnas siempre se encuentren dos de ellos realizando tareas de observación en simultáneo. Desde que las condiciones de visibilidad lo hagan posible y hasta que éstas no permitan la continuación de observaciones, se propone el siguiente régimen de trabajo para los tres OFM (identificados como A, B y C):

- **Hora 0-** A y B comienzan las observaciones.
- **Hora 1-** C suplanta a A, continuando B con la actividad de observación por una hora más.
- **Hora 2-** A suplanta a B, continuando C con la actividad de observación por una hora más.
- **Hora 3-** B suplanta a C, continuando A con la actividad de observación por una hora más

De allí en adelante se mantiene este formato de 2 horas de trabajo por una de descanso, mientras que las condiciones de visibilidad lo habiliten.

Sin perjuicio de ello, el jefe de operación sísmica, el responsable de Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE por su sigla en inglés) y los OFM acordarán cuál es la forma de rotación más adecuada para la campaña de adquisición sísmica planificada.

La observación de fauna marina debe comenzar cuando la luz lo permita y hasta que la falta de luz imposibilite la misma. El monitoreo debe realizarse independientemente de que estén existiendo disparos o no (p. ej. durante los movimientos de maniobra para cambiar la trayectoria).

En caso de programarse un inicio nocturno el operador PAM comenzará la detección de SoC una hora antes del mismo.

b) Requisitos de los OFM

Los OFM deben acreditar experiencia en la observación de fauna, o poseer entrenamiento específico en el tema. En este sentido, se espera que los OFM manifiesten un interés fuerte y antecedentes en biología marina y extensa experiencia en trabajo de campo.

Como mínimo, un OFM se espera que cuente con:

- Habilidad para trabajar offshore y trabajar positivamente con la tripulación del proyecto.
- Claro entendimiento de las operaciones del proyecto.
- Buen conocimiento del comportamiento y biología de la fauna marina.
- Habilidad y motivación para detectar e identificar fauna marina adecuadamente y asesorar sobre cuál es su área de distribución y sus movimientos.
- Comprensión de la lógica de los procedimientos de gestión.
- Buen conocimiento de la importancia de un preciso y adecuado registro de datos.
- Manejo fluido del idioma inglés tanto oral como escrito.

6.1.2. Monitoreo Acústico Pasivo (PAM)

Durante la noche y en condiciones de visibilidad precarias, se considera que el monitoreo acústico pasivo es la principal herramienta disponible para la detección de SoC. El monitoreo acústico pasivo se supone como un suplemento a la observación visual en horas diurnas.

El PAM se lleva a cabo mediante el despliegue de cables de hidrófonos y seguimiento de señales entrantes en las computadoras con un software especialmente diseñado. En relación a la utilización de PAM, se realizan las siguientes apreciaciones:

- Se ha determinado que el PAM es relativamente confiable para detectar clics de marsopas, cachalotes y delfines. Dado el largo tiempo de buceo que tienen los cachalotes su identificación visual por el OFM resulta dificultosa siendo el PAM una herramienta muy útil para este tipo de fauna.
- No es apropiado para detectar especies que realicen escasas vocalizaciones (ej. ballenas minke).
- No es apropiado para detectar especies que realicen vocalizaciones muy graves ya que se produce un enmascaramiento de los sonidos (ej. la mayoría de las ballenas de barba).
- En caso de vocalizaciones de alta frecuencia el rango de detección es bajo (menor a 300 m), por lo que puede haber ejemplares no detectables aun dentro del área de mitigación (usualmente 500 m).
- El PAM debe ser utilizado como medida de detección complementaria al trabajo de los OFM. Durante las horas del día en condiciones de visibilidad precaria, y en horas de la noche será el principal medio de detección de SoC.

Se requiere la participación de un (1) operador PAM en horas del día durante la observación previa a los disparos, en los casos que por el área y estación del año en la cual se realiza la actividad, resulte esperable encontrar especies de buceo prolongado (inmersión por periodos mayores a 30 minutos).

En caso de empleo de PAM, es responsabilidad de los operarios de los equipos de PAM informar si se han detectado sonidos y determinar si el animal se encuentra dentro de la zona de mitigación. En caso de que el operador PAM considere que efectivamente el animal se encuentra dentro de esta zona, el inicio se verá retardado, tal como se explica en la sección a continuación.

Los requisitos para los operadores PAM son similares a los previamente detallados para los OFM, con las particularidades adicionales que demanda el uso de esta herramienta.

6.1.3. Observación de fauna marina previa al inicio progresivo

Previo al inicio de los disparos, los OFM deben realizar observaciones en la zona de mitigación durante un periodo mínimo de 30 minutos, con el objetivo de determinar la presencia de SoC. La zona de mitigación consiste en un área de radio no menor a 500 m alrededor de la fuente de sonido, la cual puede ser ampliada dependiendo de los resultados arrojados por el modelo utilizado de propagación de sonido en el agua.

De detectarse SoC dentro de la zona de mitigación, el inicio progresivo de los disparos debe ser retrasado hasta que el pasaje del animal o el movimiento del barco hagan que ambos se ubiquen a una distancia mayor al radio de la zona. Para asegurar que los animales hayan abandonado el área, debe existir un tiempo de 20 minutos entre la última observación de SoC y el comienzo de los disparos.

En aguas profundas (> 200 m de profundidad) y cuando por el área y estación del año en la cual se realiza la actividad, resulte esperable encontrar especies de buceo prolongado que puedan permanecer sumergidas por tiempos mayores a 30 minutos, la observación previa al disparo debe realizarse por un periodo mínimo de 60 minutos.

6.1.4. Detección de fauna marina durante los disparos

En caso que se detecte presencia de SoC dentro de la zona de mitigación luego de comenzados los disparos, los OFM deben informarlo al jefe de operación sísmica (*Party Chief*), con el fin de evaluar la pertinencia de la detención de los disparos, según lo tratado en la reunión de coordinación previa, y continuar monitoreando y rastreando los animales observados.

En este sentido, a continuación se presenta un listado mínimo de eventos que determinará la detención de los disparos, sin perjuicio que en la reunión previa de coordinación se puedan incluir otras especies a este listado:

- a) Presencia de ballenas francas del sur (*Eubalaena australis*) en la zona de mitigación.
- b) Presencia de las siguientes especies de ballenas barbadas con crías dentro de la zona de mitigación: *Balaenoptera musculus*, *Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera borealis* y *Balaenoptera brydei*.

- c) Presencia de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) con crías dentro de la zona de mitigación.

Luego de detectados se deberá continuar monitoreando y rastreando el o los animales observados. En caso de observarse SoC luego de haber cesados los disparos, el nuevo comienzo debe retrasarse al menos 20 minutos y supeditarse a que no se registre nueva presencia de SoC en ese periodo.

6.1.5. Inicio progresivo (*ramp up/soft start*)

El inicio progresivo debe ser utilizado siempre que se comience con los disparos, ya sea para el funcionamiento normal o para el testeo del sistema que implique la emisión de sonido.

La potencia se debe incrementar de forma tal que se comience por la menor energía, alcanzándose el máximo de energía de forma gradual y uniforme en un tiempo de al menos 20 minutos; tiempo estimado suficiente para permitir a los animales alejarse del lugar.

Lineamientos para el inicio progresivo

- a) El inicio progresivo – desde su inicio hasta la potencia máxima – deberá tener una duración de 20 minutos.
- b) Una vez alcanzada la potencia máxima, la prospección deberá comenzar lo antes posible, debiéndose evitar disparos innecesarios a máxima potencia.
- c) Si por cualquier razón se detuvieran los disparos, los OFM deben continuar con monitoreo visual de SoC en la zona de mitigación; si el reinicio de la actividad se puede realizar en un tiempo menor a 10 minutos y en ese lapso no se detectó SoC, la actividad se reinicia sin necesidad de inicio progresivo.

6.1.6. Inicio de operaciones en condiciones de visibilidad precaria

En condiciones de visibilidad precaria (en horas nocturnas o cuando las condiciones meteorológicas no posibiliten ver a más de 1000 metros) se dificulta la observación de fauna por medio de los OFM. En este sentido no sería deseable el inicio de operaciones en tales condiciones, pero esto aparejaría la extensión en el tiempo del proyecto lo cual tampoco resulta ambientalmente deseable.

Con el fin de evitar la extensión en el tiempo de la actividad de prospección sísmica, el inicio de operaciones en las condiciones mencionadas se debe realizar mediante el inicio progresivo y acompañado de la labor de un operador de PAM. Los períodos requeridos de observación previa (mediante PAM en este caso) se mantienen.

Resulta la mejor práctica ambiental la planificación de la actividad de manera de evitar los inicios nocturnos, siempre que ello sea posible.

6.1.7. Cambios de trayectoria durante la prospección (*line change*)

El cambio de trayectoria del buque para cambiar de una línea adquisición de datos puede tener una duración que va desde minutos a horas. En relación al inicio progresivo durante el cambio de línea se establece:

- a) Cuando el tiempo que conlleva el cambio de línea sea mayor que el tiempo necesario para el inicio progresivo (20 minutos), los disparos deben ser suspendidos al final de cada línea y reiniciados siguiendo el procedimiento de inicio progresivo.
- b) Cuando el cambio de línea sea menor al tiempo necesario para el inicio progresivo (tiempo menor o igual a 20 minutos), no es necesario interrumpir los disparos.

En los casos que la tecnología utilizada lo permita, se podrán mantener la fuente acústica sísmica en *stand by* por un tiempo máximo de 40 minutos, sin necesidad de realizar inicio progresivo.

6.2. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la presencia física del equipamiento de prospección sísmica

6.2.1. Buenas prácticas específicas del OBC

Como regla de buena práctica general, se debe optar por alguna otra modalidad de prospección cuando el lecho presenta estructuras o formaciones de significativa relevancia ecológica que puedan verse afectadas por la acción mecánica del arrastre y la abrasión sobre ellas.

6.2.2. Dispositivo en la boya terminal

Se coloca una protección para tortugas marinas y pez luna (*Mola sp.*) en las boyas terminales, implementada mediante una jaula metálica que evite el acceso de tales especies a las estructuras asociadas a la boya.

6.3. Buenas prácticas tendientes a minimizar los impactos derivados de la interferencia con otros usos

6.3.1. Planificación temporal para minimizar afectaciones a la pesca comercial

Se considera indispensable que la actividad de prospección sísmica submarina sea planificada, de manera de evitar el solapamiento con las zafras de pesca comercial previstas para el sitio donde se realizará la prospección.

6.3.2. Realización de reunión de coordinación previa al inicio de las operaciones

Previo al inicio de las operaciones se debe realizar una reunión donde la empresa de prospección presente el programa de adquisición sísmica a las instituciones competentes (DINAMA, DINARA, MIEM, ANCAP, SOHMA y PNN) y con ello se puede definir la forma y el contenido del aviso a los navegantes.

6.3.3. Presentación del plan de navegación

El plan de navegación brinda información sobre el desarrollo de la campaña de sísmica y debe ser entregado con antelación suficiente al SOHMA para la comunicación previa, que esta institución realiza a las demás embarcaciones que navegan por el área de influencia del proyecto.

Este plan debe ser además entregado a ANCAP, DINARA, MIEM, PNN y DINAMA la semana anterior al comienzo de las operaciones y luego actualizado cada 48hs cada vez que exista un cambio en el plan original.

7. Lineamientos para la presentación de la solicitud de Autorización Ambiental Previa

Además de cumplir con lo establecido en el Decreto N° 349/005 y en la "Guía para la solicitud de Autorización Ambiental Previa" (aprobada por Resolución Ministerial N° 1354/2009, de 11 de diciembre de 2009), la información presentada en la solicitud de Autorización Ambiental Previa para el análisis de los impactos ambientales generados por la actividad, deberá incluir una descripción exhaustiva y completa de los aspectos contemplados a continuación.

7.1. Descripción general del proyecto

- A. Identificación precisa del área en la cual se realizará la prospección, indicando, como mínimo, los límites de la zona, el tiempo estimado que durará la prospección y la época del año en la cual se realizarán los trabajos.
- B. Trayectoria a realizar, incluyendo cómo serán realizados los cambios de línea.
- C. Características del buque de prospección sísmica y de los buques de apoyo:
 - a) Descripción del buque de prospección sísmica: identificación y características del barco, número, longitud y profundidad a la que serán colocados los cables, número de receptores por cable.
 - b) Descripción de los buques de apoyo: número de buques, identificación y características.
 - c) Descripción de la fuente de sonido que será utilizada: arreglo de cañones de aire indicando el nivel sonoro total e individual de cada cañón. Se deberá presentar un esquema o fotografías de la geometría de los arreglos, junto con los siguientes gráficos para cada arreglo:
 - i. Alcance: tiempo (ms) vs presión acústica (μPa a 1 m de la fuente) en vertical y horizontal. Se deberá informar la máxima amplitud pico a pico en dB re 1 μPa a 1 m de la fuente, espectros vertical (0 azimut) y horizontal (90 azimut).
 - ii. Espectro de amplitudes: frecuencia (Hz) vs amplitud (dB re 1 $\mu\text{Pa}/\text{Hz}$ a 1 m de la fuente), espectros vertical (0 azimut) y horizontal (90 azimut).
 - d) Descripción de los equipamientos utilizados por los OFM (prismáticos reticulados, cámara fotográfica, regla de medición y GPS, entre otros).
 - e) Descripción de la zona de exclusión de navegación en torno al buque de prospección requerida para la operación del mismo.
 - f) Descripción de la posible interacción con otras actividades en la zona.

- g) Descripción del Plan de Comunicación.
- h) Descripción del Plan de Contingencias ante accidentes.

7.2. Descripción de los medios físico, biótico y antrópico en las áreas de influencia del proyecto¹

Se deberá realizar una descripción de las interacciones ecológicas más importantes entre los diversos componentes del medio físico y biótico en el área de estudio afectada por la ejecución del proyecto, lo que permitirá evaluar con mayor detalle la incidencia del proyecto en las redes tróficas y sus posibles efectos acumulativos.

El análisis de hábitats, ecosistemas y de sus comunidades biológicas permitirá identificar especies o áreas de alto valor ecológico o con interés especial que pudieran estar protegidas bajo las leyes nacionales y los tratados internacionales, y que puedan verse afectadas por la ejecución del proyecto.

Se deberán identificar las especies cuya presencia ha sido confirmada en la zona en la que se planifica realizar la prospección, incluyendo, en caso que las mismas utilicen el sonido para diferentes funciones biológicas, las frecuencias utilizadas. En estos casos se deberá considerar especialmente la época del año en que estas especies se encuentran en la zona propuesta para la prospección y en el caso de que así sea evaluar la posible afectación a las mismas por la introducción de sonidos.

Adicionalmente la información a presentar sobre el medio físico debe ser aquella requerida para la elaboración del plan de contingencia.

En relación al medio antrópico, se deberá tener en cuenta también la posible afectación a las actividades de pesca en la zona y a otras actividades que pudieran verse afectadas por la ejecución del proyecto.

En función de lo expuesto, se entiende que una adecuada descripción del medio deberá incluir los siguientes elementos:

7.2.1. Medio físico

Hidrografía

- Análisis del posicionamiento y estructura vertical de los frentes presentes en el área durante el período donde se planifica realizar la prospección, como resultado de las masas de agua que convergen en la zona.

Hidrodinámica

- Oleaje: dirección y altura.
- Corrientes: velocidad y dirección predominantes.

¹ El área de influencia de un proyecto es definido como el espacio donde pueden generarse los posibles impactos y efectos del proyecto.

- Meteorología:
 - Frecuencia, intensidad y dirección de los vientos predominantes.
 - Lluvia.

Geología

- Topografía del fondo marino.

7.2.2. Medio biótico

A. Ecosistemas relevantes

Se deberá identificar la presencia de elementos relevantes en la zona directa o indirectamente afectada por las actividades del proyecto. Para ello se podrá utilizar la información compilada por DINAMA sobre ambientes ecológicamente relevantes en la ZEE uruguaya que esté disponible.

En particular interesa identificar la presencia y descripción de:

a) Zonas de protección y manejo de recursos biológicos

- Indicar y georreferenciar su ubicación en relación al área de influencia del proyecto.

b) Especies de interés comercial

- Áreas de desove, de cría y períodos sensibles asociados.
- Especies migratorias y en veda.

c) Estructura (abundancia total, riqueza específica y variabilidad espacial y estacional) de la fauna nectónica y bentónica presente:

- Fito y zooplancton.
- Necton (peces, mamíferos, cefalópodos y reptiles marinos).
- Bentos (solo para proyectos que empleen OBC).

B. Especies de particular preocupación SoC

En el Anexo 2 se presenta un listado de SoC sobre las que debiera focalizarse las buenas prácticas de gestión de la actividad y medidas de mitigación.

7.2.3. Medio antrópico

La descripción del medio antrópico debe considerar la posible interferencia del proyecto con otros usos legítimos del mar:

- a) Pesca comercial.
- b) Tráfico marítimo: cabotaje y líneas navieras.

- c) Cables y conducciones submarinas.
- d) Posición en relación con otras zonas en las que se realiza o se planea realizar prospección.
- e) Identificación de pecios.

A los efectos de la caracterización de la actividad pesquera se cuenta con información zonificada, disponible para el titular a través de la DINARA, sobre permisos de pesca otorgados y períodos con mayor esfuerzo pesquero (de acuerdo a los registros de los últimos años).

7.3. Descripción y análisis de impactos

Se deberá realizar la descripción y evaluación de los potenciales impactos derivados de los aspectos ambientales. En tal sentido, más allá de la opción metodológica que tome el técnico responsable del EsIA, a continuación se describen dos metodologías para la evaluación de los impactos derivados de los dos aspectos que usualmente tienen mayor relevancia:

- 1) introducción de sonido subacuático; y
- 2) interferencia con la actividad de la pesca comercial.

7.3.1. Impactos derivados de la generación y propagación de la onda de sonido

7.3.1.1. Descripción de los impactos

Los principales impactos vinculados a los distintos tipos de fauna acuática potencialmente afectada son:

Afectación a mamíferos marinos:

- Enmascaramiento: este efecto puede ocurrir cuando un sonido de interés se transforma en inaudible debido a la existencia de otro sonido superpuesto o intermitente indeseado. Las fuentes sísmicas de sonido son clasificadas como de baja frecuencia e intermitentes. Debido a que el decaimiento de un primer pulso de sonido no es total previo a un segundo pulso, puede existir una prolongación continua de una señal que al ser combinada con otras fuentes de sonido (p. ej. motor de un barco), podrían enmascarar las vocalizaciones de baja frecuencia de los animales.
- Alteración en el comportamiento: las bajas frecuencias que predominan en los sonidos emitidos por las fuentes de aire son coincidentes con frecuencias utilizadas por los mamíferos marinos (especialmente ballenas) para actividades biológicas esenciales. En este sentido, las reacciones de los mamíferos marinos al sonido dependen de la especie, edad, hora del día y actividad, entre otros factores. Ejemplos de alteraciones del comportamiento serían la desorientación, la merma en la capacidad de la detección de presas, etc.
- Afectación física o al sistema auditivo: en la zona cercana a la fuente los pulsos sísmicos pueden generar una pérdida temporal o permanente de la audición, así como un cambio en el umbral de audición. La afectación severa sobre cetáceos

podría darse cuando estén expuestos a niveles de sonido mayores a 180 dB re 1 μ Pa, lo cual en actividades de prospección sísmica no es esperable que ocurra a más de 300 m de la fuente; para pinnípedos similar situación se podría dar para niveles de sonido mayores a 190 dB re 1 μ Pa, los que no se espera que ocurran a más de 90 m de la fuente.

Afectación a peces:

Al igual que los mamíferos marinos, los peces utilizan el sonido para comunicarse, orientarse y buscar alimento. Los dos efectos relevantes sobre poblaciones de peces, son el daño físico y la modificación del comportamiento, los que, además de impactos desde el punto de vista biológico, podrían generar afectación sobre la actividad de pesca comercial.

Afectación a tortugas marinas:

El oído de las tortugas marinas tiene características similares al de los odontocetos, por ello se asume que puede ser afectado ante la exposición al ruido. Se considera probable el fenómeno de enmascaramiento por el sonido producido en la actividad de prospección sísmica, dadas las bajas frecuencias (50 – 1000Hz) utilizadas por las tortugas. Se ha determinado experimentalmente que hay comportamiento de evasión ante emisión de sonido por la *fente acústica sísmica* y también se considera que éstos podrían generar daños temporales o permanentes en la capacidad auditiva de las tortugas.

Afectación a huevos y larvas de peces:

En estudios de laboratorio se ha reportado mortalidad de larvas a distancias pequeñas de fuentes de sonido, así como también malformaciones y problemas en la eclosión de huevos. Estas afectaciones se han apreciado a distancias menores a un metro de la fuente.

7.3.1.2 Evaluación de los impactos

La cuantificación de la potencial magnitud del impacto generado por la introducción de sonido en el agua sobre la fauna, depende de una serie de factores que incluyen:

- a) El tipo de fuente de sonido (intensidad y frecuencia).
- b) La sensibilidad al sonido de las especies presentes en el área.
- c) Las condiciones de propagación de sonido en el área.

El tipo de fuente de sonido es una variable posible de ser conocida *a priori*; los cañones de aire emiten niveles de presión de 235-240 dB re 1 μ Pa a 1 m de la fuente (aunque pueden alcanzar entre 260-265 dB re 1 μ Pa). La mayor parte de la energía de los pulsos sísmicos se produce en las frecuencias bajas (por debajo de 200-250Hz con su energía más fuerte entre 10-120Hz) y con un pico máximo de energía alrededor de 50Hz. A continuación se presenta una tabla acerca de los niveles de atenuación para algunas frecuencias de sonido en el medio marino.

Frecuencia	Pérdida de sonido
10 Hz	10^{-5} dB / km
100 Hz	0.001 dB / km
1000 Hz	0.07 dB / km
10 kHz	1 dB / km
100 kHz	40 dB / km

Tabla 1. Niveles de atenuación para algunas frecuencias
Fuente: Rogers and Cox, 1988.
Tomado de Mathieu, A y Geoffrey V. Hurley (2010)

Asimismo, la sensibilidad de las distintas especies al sonido también es una variable conocida para muchas de las especies presentes en aguas territoriales uruguayas (ver figura 5).

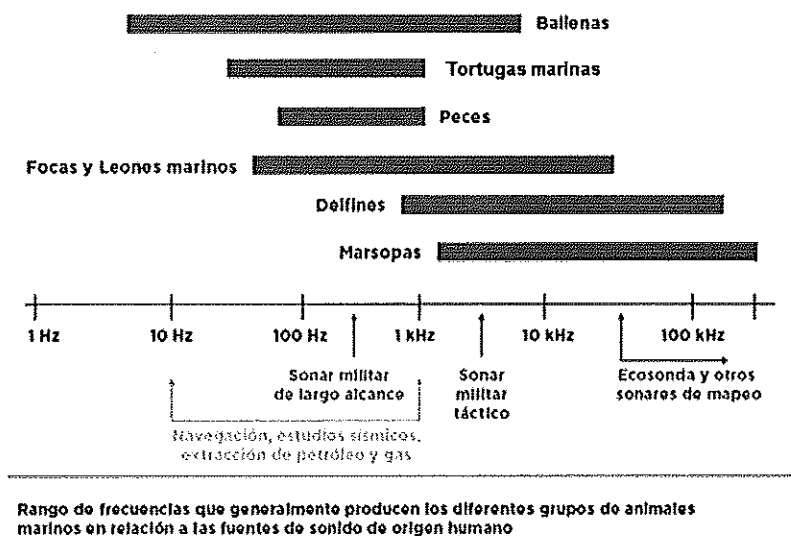


Figura 5. Relación entre la frecuencia del sonido de animales marinos y fuentes de ruido de origen humano
Modificado de: Bureau Of Ocean Energy Management (2014)

En el océano, la temperatura, presión y salinidad del agua cambian con la profundidad, y, con ello lo hace la velocidad del sonido. A su vez la atenuación de las ondas sonoras es más baja en el agua que en el aire, por lo tanto en el agua el sonido es audible por distancias más largas.

La absorción del sonido subacuático forma parte de la pérdida total de transmisión del sonido desde una fuente a un receptor. Sin embargo la absorción causa solo parte de la pérdida dado que usualmente la mayor contribución está dada por la dispersión de la onda acústica a medida que se propaga alejándose de la fuente. La tabla 2 muestra la

atenuación del sonido emitido desde una fuente puntual considerando la distancia. Representan niveles orientativos que no incluyen las variaciones originadas por condiciones locales.

Distancia	Nivel recibido	
	si la fuente emite a:	
	a) 230 dB re 1 μ Pa a 1m	b) 260 dB re 1 μ Pa a 1m
250 m	182	212
500 m	176	206
1.000 m	170	200
2.000 m	164	194
4.100 m	158	188
8.200 m	152	182
16.400 m	146	176
32.800 m	140	170
65.500 m	134	164
131 km	128	158
262 km	122	152
524 km	116	146
1.000 km	110	140

Tabla 2 - Niveles recibidos a distintas distancias asumiendo una transmisión esférica del sonido desde una fuente de intensidades: a) 230 y b) 260 dB re 1 μ Pa a 1 m (máx.=pico a pico).

Fuente: MAGRAMA 2012. Tomado de Mathieu, A y Geoffrey V. Hurley (2010)

Dado que la propagación de sonido en el océano resulta ser una variable dependiente de los factores sitio específicos mencionados, es que se recurre al empleo de modelos para su análisis, existiendo una amplia variedad disponible dependiendo de las características del medio donde ocurrirá la prospección.

Cada modelo de propagación presenta sus propias debilidades y fortalezas, dependiendo de las circunstancias y características del medio ambiente acuático en consideración; algunos modelos están mejor diseñados y/o tienen mejor ajuste para aguas someras (< 200 m) y otros para aguas profundas; algunos son menos aplicables cuando se trabaja con sonidos a altas frecuencias mientras que otros son usados para predecir propagación de sonido a bajas frecuencias; algunos pueden aplicarse con perfiles batimétricos complejos, mientras que otros necesitan una batimetría de características más constantes y regulares.

A su vez, la colecta precisa de datos oceanográficos tales como propiedades del sustrato oceánico, perfiles de batimetría y ruido ambiente, presentan hoy en día muchas restricciones debido a la dificultad y costos asociados a su obtención; es por este motivo que a la hora de predecir los niveles de exposición al sonido, se

seleccionan herramientas que requieran poca información de entrada y sean simples y de rápida aplicación.

Por tanto, la aplicación de modelos de dispersión del sonido en el agua permitirá estimar los efectos generados por la introducción de un ruido externo con frecuencias que se solapan con aquellas utilizadas por los animales, las cuales podrían interferir en el comportamiento y desarrollo normal de los mismos. La figura 5 muestra la superposición existente entre las emisiones sonoras de algunas actividades antrópicas en el mar y los sonidos que utilizan los animales para distintas funciones.

Para modelar el decaimiento de la energía sonora en función de la distancia de la fuente (en vertical y horizontal), una de las herramientas más utilizadas es la simplificación que asume a la distancia desde la fuente como la única variable relevante, despreciando la atenuación producto de las otras variables antes mencionadas:

$$TL \text{ (dB)} = N \log [R] + \alpha R/1000$$

dónde:

TL (Transmission Loss) refiere a la disminución de un sonido a medida que se propaga por un medio, y puede considerarse la suma de una pérdida por difusión (efecto geométrico que representa el debilitamiento de una señal sonora a medida que se propaga desde la fuente) y una pérdida por atenuación (que incluye los efectos de absorción, dispersión, viscosidad y pérdida termal).

R es la distancia a la fuente en metros recorrida por la onda sonora.

N es el factor de pérdida de dispersión geométrica.

α es el coeficiente de absorción del agua [$\alpha = 0.036 f^{1.5}$ (dB/km)], siendo f la frecuencia en KHz. Nótese que por debajo de 10 KHz, α es < 1 dB re 1 μ Pa por km, por lo que la pérdida por absorción es irrelevante para las frecuencias de trabajo de la fuente acústica sísmica (menores de 250 Hz).

La elección del factor N depende de la uniformidad o no de la propagación de la onda de sonido, lo que a su vez está vinculado a la profundidad del sitio; en aguas profundas, el sonido se propaga uniformemente (como onda esférica) y se asume un N=20. En aguas someras (donde R > profundidad), el sonido no puede propagarse en forma esférica sino cilíndrica, debido a que su propagación se ve limitada por la poca profundidad, y en este caso se asume un N=10.

El resultado de la aplicación de dicho modelo genera los niveles de sonido esperables a distintas distancias de la fuente. Con ello entonces se puede delimitar la zona de mitigación correspondiente para cada proyecto, entendida como aquella región en torno a la fuente emisora en cuyo borde se alcanza un nivel de presión sonora de 180 dB re 1 μ Pa.

Como criterio de seguridad adicional se establece que en ningún caso la zona podrá tener una dimensión en planta inferior a 500 m contados desde la fuente.

Si los resultados arrojados por el modelo generan un nivel de incertidumbre que impide inferir respecto de la significancia de un potencial impacto sobre la fauna marina, se debe complementar el análisis mediante la inclusión de variables que fueron desestimadas inicialmente por las razones antes mencionadas, de manera de arribar a conclusiones más precisas.

En caso de necesitar un modelo más preciso para el sitio a evaluar, la elección dependerá de las condiciones oceanográficas esperadas y las señales acústicas empleadas considerando los posibles impactos que pueda recibir las SoC.

7.3.2. Impactos derivados de la presencia física

7.3.2.1 Interferencia con la pesca comercial

La existencia de un área de exclusión propia de las actividades de prospección sísmica y la imposibilidad de realizar actividades en el fondo marino en zonas donde se esté realizando prospección por OBC, implicará un área de no operación pesquera, por lo que podrían existir impactos en la pesca comercial si estas actividades se superponen espacialmente, particularmente en temporadas de alta extracción.

Cuantificar la posible afectación a la actividad pesquera depende de varios factores tales como: la superficie y temporalidad del área de exclusión definida para la actividad sísmica o el OBC, el recurso objetivo, el tipo de arte de pesca utilizado y el período del año en que se realiza la prospección.

En el análisis de este aspecto se debería en principio evaluar la interacción de la actividad con cada una de las siguientes artes de pesca (de posible uso en aguas uruguayas): palangre pelágico, arrastre de fondo, arrastre de media agua, redes de cerco, nasas, palangre de fondo, palangre semipelágico y poteras.

Para estimar la potencial afectación se recomienda analizar por trimestre y al menos para un periodo quinquenal:

- a) Las áreas de operación de las flotas pesqueras.
- b) Las áreas de captura de los distintos recursos pesqueros.
- c) El esfuerzo pesquero en éstas áreas.
- d) Los niveles de captura de los distintos recursos pesqueros en las mismas.

Para la zona donde se proyecte desarrollar la actividad de prospección sísmica se pueden utilizar estos datos, en conocimiento del período del año y lapso estimado de la prospección, con el fin de calcular cual será el grado de afectación a la actividad pesquera por la imposibilidad de operar en el área de exclusión.

A partir de este cálculo se puede tener una cuantificación de la magnitud del impacto sobre la pesca comercial y también plantear las medidas específicas de gestión (mitigación / compensación) que resulte pertinente implementar. A priori corresponde establecer que en aquellas zonas donde se prevean impactos considerables para la pesca comercial, se deberá planificar los levantamientos sísmicos durante los períodos menos productivos del año.

Adicionalmente, se debe relevar la opinión de otros usuarios de la zona donde se desarrolla la prospección sísmica con el fin de recabar la percepción de los mismos sobre cómo los afecta la actividad. Estos datos serán insumos tanto para planificar la actividad como para diseñar medidas de mitigación.

7.3.2.2 Interferencia con zonas de protección y manejo de recursos biológicos

En caso de que la actividad se desarrollara en áreas sujetas a protección o manejo, se deberán contemplar las pautas y planes de manejo vigente, al tiempo de evaluar los posibles impactos derivados de la ejecución de la actividad en estas zonas.

Las actividades realizadas en la ZEE uruguaya deben desarrollarse de forma compatible con la protección y conservación de las ballenas y delfines, según la ley que declara el Santuario de Ballenas y Delfines (Ley N° 19.128, de 13 de setiembre de 2013).

El proponente deberá tener en cuenta cuando la actividad se planifique en temporadas donde se superponga espacial y temporalmente a zonas de veda de pesca comercial para la protección de recursos pesqueros. En este caso se deberán proponer medidas de mitigación para asegurar la no afectación a la porción de las poblaciones protegidas mediante estas zonas.

7.4. Presentación de medidas de mitigación

Se entiende como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y acción tendiente a evitar o minimizar los impactos ambientales negativos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución del proyecto. Su implementación puede ser previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto.

En este sentido, se requiere la presentación de un plan de gestión ambiental (PGA) que contenga el conjunto de medidas de mitigación que plantea el proponente, basadas en las buenas prácticas descritas en el punto 6 de esta Guía, especialmente para los impactos derivados de la generación y propagación de ondas de sonido, de la presencia física del equipamiento de prospección sísmica y de la interferencia con otros usos.

8. Propuesta de clasificación

Considerando los potenciales impactos ambientales negativos significativos que puede provocar la actividad de prospección sísmica, vinculados a la temporalidad de la actividad, principalmente referidos a la sensibilidad del medio, los elementos relevantes para el ecosistema presentes en la zona y a la interferencia con otros usos del mar, de acuerdo al art. 5 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales (Decreto N° 349/005, de 21 de setiembre de 2005), se entiende necesario que estos proyectos realicen un Estudio de Impacto Ambiental para su evaluación, por lo que correspondería clasificarlos en las categorías B o C.

Para los casos de actividades cuya fuente de emisión de ruido sea de menor intensidad (por ejemplo: ecosondas batimétricas, ecosondas multihaz y sonares de barrido lateral) o más concentradas en cuanto al ámbito espacial y temporal que aquellas típicas de la prospección sísmica, y siempre y cuando se planteen adecuadas medidas

de gestión ambiental para las mismas, podría concluirse que la actividad sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes, por lo que el proyecto podría ser clasificado dentro de la categoría A.

Anexos

Anexo 1: Formularios para la recolección y presentación de datos de observación de fauna marina

A continuación se presentan los formularios a ser utilizados por los OFM durante la campaña. Los datos en ellos registrados deberán luego ser ingresados en archivos Excel con formatos estándar, con el fin de agilizar el ingreso a bases de datos y su posterior análisis.

Carátula de campaña para el Registro de Fauna Marina

Nº de AAP		Nombre del buque sísmico:		Nombre de buques auxiliares:	
Cliente:		Contratista:		Tipo de muestreo: <input type="checkbox"/> 2D <input type="checkbox"/> 3D <input type="checkbox"/> 4D <input type="checkbox"/> OBC <input type="checkbox"/> 4C <input type="checkbox"/> VSP <input type="checkbox"/> WAZ <input type="checkbox"/> EM <input type="checkbox"/> explosivos <input type="checkbox"/> otros	
Fecha de inicio:		Fecha de finalización:			
Tipo de fuente:		Nº de cañones de aire:	Volumen de la fuente individual:		Volumen total de la fuente:
Profundidad de la fuente (metros):	Frecuencia (Hz):	Intensidad (dB re 1µPa):			Intervalo de disparo (metros):
Método de inicio progresivo: Incremento del nº de cañones <input type="checkbox"/> Incremento de la presión <input type="checkbox"/> Incremento de frecuencia <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
Equipamiento para monitoreo visual:		Ampliación del equipamiento óptico:	Altura de observación (metros):	Método de estimación de la distancia: <input type="checkbox"/> a ojo <input type="checkbox"/> por láser <input type="checkbox"/> por calibres <input type="checkbox"/> por binoculares reticulados <input type="checkbox"/> relativa a objetos conocidos <input type="checkbox"/> otros	
Nombre de los OFM de dedicación exclusiva:		Entrenamiento de los OFM:		Nº de OFM registrados ante DINARA:	
Se utiliza PAM:		Nombre de los operadores de PAM:			
Descripción del equipamiento de PAM:					
Distancia de los hidrófonos de PAM a los cañones de aire (metros):		Ángulo de los hidrófonos con los cañones de aire (relativo al rumbo del buque):		Profundidad de los hidrófonos del sistema PAM (metros):	

Observadores de Fauna Marina. Registro de esfuerzo de observación

Nº de AAP:

Nombre del buque:

Llenar esta planilla cada vez que se realicen observaciones, aún si no se avistan especies objetivo.
 Ingresar datos al menos cada una hora. Horas en UTC, 24hs. Latitud y longitud en grados decimales con 6 cifras después de la coma.

Iniciar nuevo renglón ante cambios en:																
Fecha	Observación	Nombre del observador/operador	Hora de inicio de la observación	Hora de fin de la observación	Posición inicial (latitud y longitud iniciales)	Profundidad al inicio (metros)	Posición final (latitud y longitud)	Profundidad final (metros)	Velocidad de navegación	Actividad de la fuente f= potencia máxima s= inicio progresivo r= potencia reducida v= variable (e.g. tests)	Cambio de dirección de viento	Cambio de fuerza de viento	Estado del mar g= calmo s= suave c= medio r= fuerte	Marejada o= baja (<2m) m= media (2-4m) l= grande (>4m)	visibilidad p= pobre (<1km) m= moderada (1-5 km) g= buena (>5km)	Reflejo del sol n= ninguno wf= suave de frente sf= fuerte de frente vf= variable de frente wb= suave de atrás sb= fuerte de atrás vb= variable de atrás
	visual (V) PAM (P)															

Observadores de Fauna Marina. Formulario de avistamiento

Este formulario debe ser completado cada vez que se observen especies de particular preocupación (puede llenarse en caso de registrarse eventos biológicos de especial interés). Horas en UTC, 24 hr.

Nº de AAP:	Buque:	Avistamiento Nº (comienza en V1):	Detección acústica Nº (comienza en A1):	
Fecha:	Hora de inicio de encuentro:	Hora de fin de encuentro:	Temperatura superficial del mar:	Corriente superficial: V (m/s): D (º):
Forma de detección: <input type="checkbox"/> acústica <input type="checkbox"/> visual <input type="checkbox"/> aviso de la tripulación <input type="checkbox"/> aviso de buques de apoyo		Posición (latitud y longitud):	Profundidad del mar (metros):	
		Especie (nombre binomial en latín):	Distancia al animal (primera visualización):	
Características del animal (en caso de no llegar a identificar la especie):				
Ángulo del desplazamiento del animal al momento del primer encuentro (respecto al rumbo del buque):				
Ángulo del desplazamiento del animal al momento de finalizar el encuentro (respecto al rumbo del buque):				
Nº de animales total:	Nº de adultos:	Nº de juveniles:	Nº de crías:	
Comportamiento observado:				
Dirección de desplazamiento relativa al buque: <input type="checkbox"/> hacia el buque <input type="checkbox"/> alejándose del buque <input type="checkbox"/> variable <input type="checkbox"/> paralelo al buque en la misma dirección <input type="checkbox"/> inmóvil <input type="checkbox"/> paralelo al buque en dirección opuesta <input type="checkbox"/> otra <input type="checkbox"/> cruzando por el frente del buque <input type="checkbox"/> desconocida		Dirección de desplazamiento (puntos de compás): <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> NW <input type="checkbox"/> variable <input type="checkbox"/> inmóvil <input type="checkbox"/> desconocida		
Actividad de los cañones al inicio del encuentro: <input type="checkbox"/> máximo poder <input type="checkbox"/> sin emitir sonido <input type="checkbox"/> inicio progresivo <input type="checkbox"/> poder reducido	Actividad de los cañones al finalizar el encuentro: <input type="checkbox"/> máximo poder <input type="checkbox"/> sin emitir sonido <input type="checkbox"/> inicio progresivo <input type="checkbox"/> poder reducido	Hora de ingreso del animal a la zona de mitigación:	Hora de salida del animal de la zona de mitigación:	Distancia mínima a los cañones (metros):
Durante el inicio progresivo determinar (en metros): primera distancia: distancia mínima: última distancia:		Acciones tomadas: <input type="checkbox"/> no requirió tomar acciones <input type="checkbox"/> retrasar el inicio de disparos <input type="checkbox"/> apagado de la fuente de disparos <input type="checkbox"/> reducir el poder de la fuente <input type="checkbox"/> reducir el poder seguido de apagado de la fuente		Hora de mínima distancia:
		Tiempo de duración de la reducción de poder o apagado de la fuente:		
		Estimado de pérdida de producción debido a las medidas de mitigación (km):		

Anexo 2 – Listado de especies de particular preocupación (SoC) para la actividad

Nombre científico	Nombre común	UICN
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca del sur	LC
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	DD
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	EN
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	EN
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei	EN
<i>Balaenoptera brydei</i>	Ballena de Bryde	DD
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke común	LC
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena minke antártica	DD
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena Yubarta	LC
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	VU
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	DD
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	DD
<i>Berardius arnuxii</i>	Zífido de Arnoux	DD
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zífido de Cuvier	LC
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Zífido nariz de botella del sur	LC
<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Zífido de Shepherd	DD
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Zífido de Blainville	DD
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zífido de Gray	DD
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zífido de Héctor	DD
<i>Mesoplodon bowdoini</i>	Zífido de Andrews	DD
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zífido de Layard	DD
<i>Orcinus orca</i>	Orca	DD
<i>Globicephala melas</i>	Calderón de aletas largas	DD
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aletas cortas	DD

Nombre científico	Nombre común	UICN
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	DD
<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	DD
<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	LC
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	LC
<i>Tursiops truncatus</i>	Tonina	LC
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado	LC
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	LC
<i>Stenella frontalis</i>	Delfín moteado del Atlántico	DD
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de pico largo	DD
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de pico corto	LC
<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	LC
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso del sur	DD
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	DD
<i>Pontoporia blainvillei</i>	Franciscana	VU
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	DD
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos	DD
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino del sur	LC
<i>Otaria byronia</i>	León marino del sur	LC
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga cabezona	VU
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga siete quillas	VU
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivacea	VU
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	CR

Referencias bibliográficas

- Bureau of Ocean Energy Management (2014) Marine mammal hearing and sensitivity to acoustic impact. Estados Unidos.
- Chicote, C.A; Vazquez, J.A; Cañadas, A y Gazo M. (2013). Manual del Observador de Mamíferos marinos para operaciones Off-shore generadoras de ruido en aguas españolas. Fundación Biodiversidad y SUBMON.
- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques. Convenio MARPOL.
- IBAMA. (2005). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Guide for monitoring marine biota during seismic data acquisition activity. Brazil.
- IBAMA. Termo de Referencia para Elaboração de Plano de Control Ambiental de Sísmica – PCAS. Brazil.
- JNCC (2010). Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys. United Kingdom.
- Løkkeborg, S, et al, (2012). Effects of Sounds From Seismic Air Guns on Fish Behavior and Catch Rates. Popper A.N., Hawkins, A. (eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*, 415. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 730.
- Mathieu, A y Geoffrey V. Hurley (2010) A Preliminary Evaluation of Potential Effects of Vibroseis on Marine Organisms an Recommended Experimental Approach for Effect Studies on Selected Commercial Marine Invertebrate Species in Nova Scotia. Informe de consultoría elaborado por Oceans Ltd – Hurley Environment Ltd para el Department of National Defence – Defence Research and Development Canada (DRDC) en asociación con Offshore Energy Environmental Research Association.
- McCauley, R.D. (1994). Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia – seismic surveys. Pp. 20–121. En: Swan, J.M., Neff, J.M., Young, P.C. (eds.), *Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia*. Sydney: Australian Petroleum Exploration Association.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M-N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch and K. McCabe. (2000). Marine seismic surveys – a study of environmental implications. *APPEA Journal* 692-708. Internet website: <http://www.anp.gov.br/meio/guias/sismica/biblio/McCauleye2000.PDF>
- Rubio et al, (2015). Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la plataforma continental uruguaya. Montevideo, MGAP-DINARA, 52 p. (Informe Técnico – DINARA; N° 51).
- Slabbekoorn, H., et al. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 419–427.

Spiga, I. (2015). Ocean Acoustics Modelling for EIAs: a Review. Newcastle University.

U.S. Department of the Interior. Bureau of Ocean Energy Management (2014) Atlantic OCS Proposed Geological and Geophysical Activities. Mid-Atlantic and South Atlantic Planning Areas. Final Programmatic Environmental Impact Statement. Volume I: Chapters 1-8. New Orleans.

Wartzok D & Ketten D R.(1999). Marine Mammal Sensory Systems, in Biology of Marine Mammals. J. Reynolds and S. Rommel (eds.), Smithsonian Institution Press. pp. 117-175.

National Petroleum Council (2011). Working Document of NPC North American Resource Development Study. USA.

Recursos web

National Physical Laboratory. *Calculation of absorption of sound in seawater* [en línea] <<http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/seaabsorption/>>

Marine Mammal Observer Association. *MMO and PAM standards* [en línea] <<http://www.mmo-association.org/mmoa-activities/position-statements>>

