

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D” ÁREAS CAN_100, CAN_108 Y CAN_114, ARGENTINA

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

MARZO 2021

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL | 6 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.2 METODOLOGÍA | 7 |
| 1.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 10 |
| 1.3.1 Invertebrados marinos | 11 |
| 1.3.2 Peces | 19 |
| 1.3.3 Pesquerías | 33 |
| 1.3.4 Tortugas Marinas | 35 |
| 1.3.5 Aves Marinas | 41 |
| 1.3.6 Mamíferos Marinos | 56 |
| 1.3.7 Áreas protegidas y sensibles | 68 |
| 1.3.8 Navegación | 70 |
| 1.3.9 Infraestructura costa afuera | 71 |
| 1.3.10 Actividad Hidrocarburífera | 71 |
| 1.4 CONCLUSIONES | 72 |
| 2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 76 |
| 2.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO | 77 |
| 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES | 78 |
| 3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 81 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3.1 | INTRODUCCIÓN | 81 |
| 3.1.1 | Efectos potenciales del ruido generado por las operaciones sísmicas sobre los organismos marinos | 81 |
| 3.1.2 | Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición | 82 |
| 3.2 | MAMÍFEROS MARINOS | 86 |
| 3.2.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 87 |
| 3.2.2 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 97 |
| 3.2.3 | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | 98 |
| 3.2.4 | Derrames de hidrocarburos | 101 |
| 3.2.5 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 104 |
| 3.3 | PECES Y CEFALÓPODOS | 105 |
| 3.3.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 106 |
| 3.3.2 | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | 121 |
| 3.3.3 | Derrames de hidrocarburos | 121 |
| 3.3.4 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 122 |
| 3.4 | TORTUGAS MARINAS | 123 |
| 3.4.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 123 |
| 3.4.2 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 124 |
| 3.4.3 | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | 125 |
| 3.4.4 | Derrames de hidrocarburos | 126 |
| 3.4.5 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 126 |
| 3.5 | COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON | 127 |
| 3.5.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 127 |
| 3.5.2 | Derrames de hidrocarburos | 130 |
| 3.5.3 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 131 |
| 3.6 | AVES | 131 |
| 3.6.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 131 |
| 3.6.2 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 136 |



| | | |
|-------------|--|------------|
| 3.6.3 | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | 137 |
| 3.6.4 | Derrames de hidrocarburos | 139 |
| 3.6.5 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 140 |
| 3.7 | ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES | 141 |
| 3.7.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 141 |
| 3.7.2 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 142 |
| 3.7.3 | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | 143 |
| 3.7.4 | Derrames de hidrocarburos | 144 |
| 3.7.5 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 144 |
| 3.8 | PESQUERÍAS | 144 |
| 3.8.1 | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | 145 |
| 3.8.2 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 150 |
| 3.8.3 | Derrames de hidrocarburos | 151 |
| 3.9 | TRÁNSITO MARÍTIMO | 151 |
| 3.9.1 | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | 151 |
| 3.10 | ACTIVIDADES ECONÓMICAS | 152 |
| 3.10.1 | Demanda de mano de obra y de bienes y servicios | 152 |
| 3.11 | INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES | 152 |
| 3.11.1 | Demanda de mano de obra y de bienes y servicios | 152 |
| 3.11.2 | Derrames de hidrocarburos | 153 |
| 3.12 | AGUA SUPERFICIAL | 153 |
| 3.12.1 | Derrames de hidrocarburos | 153 |
| 3.12.2 | Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | 153 |
| 3.13 | AIRE | 154 |
| 3.13.1 | Emisiones gaseosas | 154 |
| 4 | VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 157 |
| 4.1 | METODOLOGÍA UTILIZADA | 157 |
| 4.2 | IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS | 161 |



| | | |
|----------|--|------------|
| 5 | MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 164 |
| 6 | IMPACTOS ACUMULATIVOS | 171 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA | 177 |
| | ANEXO I – ANTECEDENTES ADICIONALES | 194 |



CAPÍTULO 7 – EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo tiene como objetivo identificar y evaluar los principales aspectos del proyecto que representan potenciales impactos ambientales. Una vez identificados, se diseñaron y se establecieron medidas de mitigación y de gestión ambiental (Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión Ambiental) para prevenir, reducir, mitigar o compensar los mismos.

INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental que un proyecto puede generar, depende tanto del modo bajo el cual éste se implemente, como de las características ambientales del sitio en el cuál se inserta. Identificados tempranamente pueden efectuarse modificaciones en el diseño del proyecto, de modo tal de evitar la ocurrencia de una incidencia negativa o, al menos, disminuir su importancia (sea su intensidad, probabilidad de ocurrencia o su extensión territorial).

A fin de establecer las estrategias y medidas para la gestión ambiental de un proyecto, es necesario identificar los impactos del mismo y los distintos componentes y/o acciones implícitas. Una vez identificados los impactos, se procede a evaluarlos y categorizarlos según su importancia o criticidad, para luego determinar las medidas de mitigación correspondientes.

Para la identificación de los impactos ambientales se realiza un análisis del proyecto desde una perspectiva ambiental, y un análisis del ambiente en relación al proyecto. Sobre la base del análisis del proyecto (Capítulo 4 - Descripción del Proyecto) y del diagnóstico ambiental del área en el que se desarrollará el mismo (Capítulo 5 - Línea de Base Ambiental), se ha realizado la identificación y evaluación de los impactos ambientales del registro sísmico offshore “3D” de las áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114.

Cabe mencionar que al igual que la mayoría de las actividades humanas, las tareas de exploración sísmica, en lo que hace a los altos niveles sonoros necesarios para las investigaciones, pueden causar algún efecto no deseado sobre el ambiente. Se debe tener en cuenta, sin embargo, que los efectos serán muy localizados y de duración limitada, pudiéndose aplicar medidas de mitigación de los mismos.

Otros impactos potenciales son los que habitualmente se derivan de la operación de buques, dado que se empleará una embarcación para realizar el relevamiento sísmico. Estos impactos no son diferentes de los que ya se producen por el tráfico de buques en el área de trabajo, siendo en realidad el riesgo muy bajo debido a que no se transporta petróleo o derivados, más allá del combustible y lubricantes necesarios para la navegación de la embarcación.

En consecuencia, en el presente estudio se hizo énfasis en los aspectos particulares de la registración sísmica, relacionados con la perturbación sonora, considerando las preocupaciones que podrían suscitarse sobre la posible afectación de la fauna, y teniendo en consideración los antecedentes de investigaciones específicas desarrolladas desde el inicio del empleo de estos sistemas y en los últimos años.

Considerando lo antedicho, en este capítulo se presenta la evaluación de las interacciones que podrían llegar a producirse entre los aspectos ambientales del proyecto y los factores del entorno susceptibles de ser influenciados por tales acciones. De este modo, el análisis incluye las interacciones sobre el medio natural (físico y biótico) y el antrópico. Para identificar la susceptibilidad de los factores afectados, en este capítulo se presenta inicialmente el Análisis de Sensibilidad Ambiental elaborado en base al desarrollo de la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5).



Para la valoración de los impactos, el esquema del presente capítulo sigue fases diferentes. La primera involucra la identificación de las actividades o acciones del proyecto que pueden generar impactos sobre los factores ambientales susceptibles de ser impactados. En la segunda fase se realiza la predicción de cómo las acciones pueden afectar los componentes ambientales (físicos, biológicos o antrópico), en base a experiencias previas y evaluación del equipo interdisciplinario y se lleva adelante la evaluación de la magnitud o importancia de cada impacto. Finalmente, en base al desarrollo de esta sección, se presenta la matriz de impacto ambiental con la valoración de las interacciones de acuerdo a la metodología de evaluación implementada (ver Punto 3.11).

En función de los impactos identificados y jerarquizados, se diseñaron y establecieron las medidas de mitigación y de gestión ambiental que se detallan en el Capítulo 8 aplicando el principio conocido como jerarquía de mitigación. Teniendo en cuenta la implementación de estas medidas se confeccionó una matriz mitigada que permite visualizar los impactos del proyecto antes y después de las medidas de mitigación (ver Punto 5).

Finalmente, en este capítulo se incluye la evaluación de los potenciales impactos acumulativos del proyecto donde, desde una perspectiva de integración de la actividad con el entorno, se evalúa la interacción de los efectos de la actividad sísmica prevista con los efectos de otras actividades existentes o planificadas (ver Punto 6).

1 **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL**

1.1 **INTRODUCCIÓN**

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. La “Guía para la Elaboración Estudios de Impacto Ambiental” publicada por el Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019a) define por sensibilidad ambiental *“a la potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir o generar los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y sociales que los caracterizan, debido a la intervención humana o al desarrollo de procesos naturales de desestabilización”*.

Según el proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina” existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, 2008).

Por un lado, son consideradas sensibles aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y la recolonización. En segundo lugar, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son vulnerables a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies clave o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole natural, siendo necesario incorporar a la identificación de áreas sensibles criterios que permitan considerar la sensibilidad también desde el punto de vista antrópico. En este sentido, resulta importante mencionar que además de su valor intrínseco las poblaciones biológicas muchas veces tienen un enorme valor económico, ya sea como atractivo turístico o como recurso comercial, como es el caso de los recursos pesqueros.

En resumen, para poder determinar la sensibilidad del medio frente a un proyecto, resulta de suma importancia conocer las características de los elementos involucrados. En este sentido, a lo largo del Capítulo 5 (Línea de Base Ambiental) se expuso una descripción detallada de los diversos componentes del ambiente en el cual se prevé desarrollar el proyecto. La misma fue realizada a través de la recopilación y análisis de información antecedente.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de las acciones asociadas a un proyecto determinado. Para el caso de estudio dicha susceptibilidad se relaciona con las actividades de adquisición sísmica.

De la interrelación de estos dos aspectos a continuación se presenta el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de influencia y en el marco del presente proyecto.

1.2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del estudio de la sensibilidad se tomó como referencia la propuesta de Rebolledo (2009), quien define que para la Evaluación de Sensibilidad Ambiental (ESA) se requiere considerar una serie de criterios que permitan describir el comportamiento del ambiente (vulnerabilidad y resiliencia) ante las acciones perturbadoras.

Los análisis de sensibilidad son una forma de evaluar la susceptibilidad de los recursos a una presión o estresante determinado, como la sensibilidad de los recursos naturales (por ejemplo, la biota marina) a los vertidos de petróleo. Los recursos que se consideran vulnerables son los que son sensibles y están expuestos a una presión determinada. Muchos enfoques analíticos incorporan elementos de vulnerabilidad, pero siguen denominándose comúnmente análisis de sensibilidad. En este documento nos referimos a todos los enfoques como análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad traduce la información cualitativa sobre una especie o sistema en una puntuación o rango que describe su susceptibilidad a uno o varios factores de estrés significativos (Stortini et al., 2015). La vulnerabilidad a un determinado factor de estrés, en este caso la emisión de ondas sísmicas, es una función de la sensibilidad (susceptibilidad de una especie o población a ser impactada negativamente por el estresor) y la capacidad de adaptación (potencial de una especie o población para hacer frente al estrés, recuperarse de los efectos adversos, o migrar a un hábitat más favorable). Una especie o población sólo puede ser altamente vulnerable si es altamente sensible a la actividad sísmica y no puede adaptarse a sus efectos por no tener capacidad de evadirla. De tal modo, la sensibilidad a la actividad sísmica es una función de las características biológicas y ecológicas de las especies, incluyendo en ello la capacidad auditiva, hábitat que ocupa, tipo y áreas de reproducción, localización de áreas de crías, etc. Por su parte, la capacidad de adaptación es una función de las características demográficas de la población, incluyendo su área de distribución natural. Un método usual para analizar diferentes tipos de impacto recurre al uso de métodos de evaluación por puntuaciones, que aunque no libre de subjetividad, buscan marcar diferencias entre aquellas especies más sensibles, considerando el peso relativo que poseen factores asociados a la sensibilidad y la capacidad de adaptación (Stortini et al., 2015). El uso de puntuaciones o scores para asignar vulnerabilidad surgen de la revisión de la literatura y la información recopilada en la línea de base.



El presente análisis de sensibilidad sigue un marco lógico ampliamente aceptado. Para basar nuestro marco se realizó una búsqueda bibliográfica con el objetivo de evaluar enfoques que pudieran ser adecuados y se encontró que las recientes metodologías de evaluación de riesgos y vulnerabilidad (específicamente, Reich et al., 2014; Morandi et al., 2018) estaban bien establecidas y probadas para identificar vulnerabilidades (y sensibilidades) en ambientes marinos. En los modelos aplicados por Reich et al. y Morandi et al. la sensibilidad ambiental refleja la vulnerabilidad del medio a un impacto o factor estresante determinado (por ej. derrames accidentales, ruidos, colisiones, etc.) y se basa en la vulnerabilidad subyacente de los hábitats y las especies representativas o que están presentes en cada región/estación, lo que determina su potencial para interactuar con los factores estresantes. El trabajo de Reich et al., 2014 evalúa la sensibilidad del medio marino frente a derrames de hidrocarburos de gran escala, mientras que el trabajo de Morandi et al., 2018 lo hace para proyectos de turbinas eólicas offshore por lo que incorpora también criterios de sensibilidad acústica.

Si bien ninguna de las dos metodologías ha sido diseñada para evaluar la sensibilidad ambiental de los proyectos de exploración sísmica offshore, los conceptos ecológicos básicos de sensibilidad de los hábitats y las especies frente a un determinado factor estresante se pueden transferir bien al sector de la sísmica offshore. Además de los análisis de base examinados, se recopilaron y revisaron otros estudios específicos sobre la sensibilidad ambiental y los riesgos de los proyectos de exploración sísmica offshore, que sirvieron de base para el desarrollo del presente análisis.

De este modo, el análisis se desarrolló considerando la situación de cada factor receptor en diferentes estaciones o temporadas. Esta división se realizó en función del comportamiento típico de las variables meteorológicas, es decir, considerando posibles diferencias para: primavera, verano, otoño e invierno.

Se seleccionaron los distintos factores pertenecientes al medio natural y socioeconómico a considerar en la ESA. En relación al medio físico, dada la naturaleza del proyecto, las variables físicas (geológicas y oceanográficas), no se verán afectadas por las acciones del proyecto, sino, por el contrario, algunas acciones del proyecto serán condicionadas y afectadas por dichas variables en el sitio de emplazamiento. La caracterización de dichas variables fue incluida como parte de la Línea de Base por esta razón y porque el conocimiento de las mismas ayuda a comprender el sistema en su conjunto. De este modo, no se han identificado factores particulares que deban ser incorporados en el presente análisis.

En relación a la componente antrópica, el análisis involucró aquellas actividades relevantes que, producto del desarrollo del proyecto, de manera directa y/o indirecta, pudieran verse afectadas en su normal desenvolvimiento o en el potencial que las mismas presentan.

En cuanto al medio biótico, si bien la presencia de embarcaciones sísmicas puede suponer colisiones o enganches con el equipamiento sísmico, el principal efecto adverso sobre la biota se relaciona con la generación de ruidos. Los tipos de efectos se pueden ordenar de mayor a menor gravedad como mortalidad, daño auditivo permanente o temporal, confusión en la percepción de los sonidos (discriminación de intensidad, frecuencia, dirección o distancia), cambios de comportamiento (huida, modificación de las trayectorias), enmascaramiento de señales de socialización o de ecolocalización (Redondo y Ruiz, 2017).

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Al respecto, resulta importante mencionar que la sensibilidad de los animales marinos a los sonidos de diferentes frecuencias se expresa mediante audiogramas, que son gráficos que muestran los umbrales de percepción en función de éstas. Los audiogramas se obtienen normalmente mediante ensayos de comportamiento de animales en cautividad, aunque también pueden obtenerse a partir de respuestas electrofisiológicas. Los resultados obtenidos muestran una gran variabilidad, no solo entre especies, sino también entre individuos de la misma especie. Incluso un mismo individuo puede no comportarse igual en diferentes ocasiones en las que se le somete al mismo nivel de ruido. A pesar de todo, las semejanzas son suficientes como para poder hablar de patrones auditivos por grupos de especies (Redondo y Ruiz, 2017).

Debido a que no existen estudios que cubran la totalidad de especies de vertebrados marinos del mundo ni su variabilidad individual, Southall et al. (2007, 2019) recomendaron el análisis de efectos considerando el uso de grupos de especies/individuos representativos de los distintos grupos taxonómicos y sus características en relación al sonido/presión, los llamados grupos auditivos. Las especies son agrupadas teniendo en cuenta su rango de frecuencia audible, conocido o sospechado, la sensibilidad auditiva, la anatomía adaptada para percibir ondas sonoras y la ecología acústica. Si bien dichos autores sólo consideraron mamíferos marinos, este enfoque puede ampliarse y expandirse a otros grupos de vertebrados, a fin de sistematizar información sobre su vulnerabilidad y resiliencia.

Siguiendo el marco metodológico planteado, se realizó un análisis de las principales revisiones bibliográficas sobre audición, impactos de ruido antropogénico y características ecológicas utilizadas comúnmente para evaluar sensibilidad y que se presentan en este capítulo en el punto 3, a fin de:

- a) Determinar grupos taxonómicos con comportamientos/respuestas diferenciales. Para cada grupo se hizo un resumen de los grupos considerados, y se asignaron las especies presentes en el área de influencia del proyecto.

- b) Verificar la ocurrencia de criterios que señalan características particulares de sensibilidad, considerando los siguientes aspectos:

Criterios de localización en el área de influencia del proyecto y valor ecológico:

- L1. Especies que son muy abundantes o frecuentes por que se alimentan en el área de influencia del proyecto
- L2. Especies que se reproducen en el área de influencia del proyecto
- L3. Especies raras o con distribución restringida que incluye el área de influencia del proyecto
- L4. Presencia de estadios críticos: ej. juveniles, adultos con crías

Criterios de protección legal

- P1. Especies categorizadas como amenazadas de extinción a nivel local y a nivel global (Categorizaciones de Argentina, UICN)
- P2. Especies con otro tipo de protección legal (Monumentos naturales, inclusión en apéndices como CMS, legislación pesquera)

Respuestas de evitación y capacidad de alejamiento

- E1. Especies que no tienen evitación
- E2. Especies que poseen capacidad de evitación

Respuestas poblacionales (no instantáneas)

- RP1. Los ruidos/presión pueden enmascarar la comunicación entre individuos (para reproducción, caza en grupos)
- RP2. Los ruidos/presión afectan el acceso al alimento o disminuyen su abundancia por tiempos que superan capacidades de reserva individuales.

Otros riesgos de daños físicos

DF1. Colisiones o enganches con las embarcaciones o arreglos sísmicos

- c) Determinar las épocas del año en que las principales especies del grupo que están presentes en el área de influencia del proyecto (descriptas en la LBA).

Estos atributos constituyen el núcleo de la puntuación de la sensibilidad de las especies. La construcción de la puntuación se basó en la revisión del enfoque de Reich et al., 2014 y Morandi et al., 2018 y otros estudios de sensibilidad ambiental aplicables (Thornborough et al., 2017; Stortini et al., 2015; Bergström et al., 2014), la información existente y en el juicio de los expertos.

A continuación, para cada atributo (cuando existe información disponible) se presenta: a) una breve descripción de los grupos junto con un resumen de la información más relevante; b) un resumen de la verificación de alguno de los criterios considerados y, c) resumen de la ocurrencia temporal en el área de influencia del proyecto. La información volcada se basa principalmente en la LBA, indicándose otra información con citas adicionales.

El presente Análisis de Sensibilidad se correlaciona con las áreas de influencia definidas en el Capítulo 5 (LBA). La caracterización realizada en la Línea de Base permite el análisis a nivel de detalle de especies considerando criterios biológicos, ecológicos, de conservación, etc., en particular en el entorno de la subzona definida como Área de Estudio Detallada (que supera ampliamente el AID delimitado en función del área de máxima incidencia de la propagación del ruido generado por el arreglo sísmico) y por fuera de dicha subzona, ya dentro del AII, en función del comportamiento de las aves y mamíferos marinos considerados, de acuerdo a la definición de las áreas de influencia antes referida. A una escala general más amplia o “área de influencia regional”, el análisis considera la identificación de ambientes sensibles (ANP, AICAs, Áreas Marinas Propuestas, etc.).

1.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El área de prospección sísmica CAN_100-108 se encuentra emplazada en el Mar Argentino, particularmente en el talud medio e inferior y comienzo de la emersión continental, a profundidades de entre 1200 m y 3900 m. Por otro lado, el área CAN_114 se ubica en el talud medio en profundidades de entre 1400 m y 3000 m.

Estas zonas integran un ecosistema marino oceánico de alta productividad y diversidad biológica, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

El sector del Mar Argentino analizado está dominado por masas de agua de origen antártico que circulan de sur a norte, correspondiente a la corriente de Malvinas. La rama oeste (corriente Patagónica) presenta aguas frías y de baja salinidad, debido a que en el estrecho de Magallanes se produce una intrusión de aguas de baja salinidad (dado el aporte de aguas continentales que drenan hacia el estrecho por importantes cañadones). Esta corriente se desplaza hacia el norte sobre la plataforma continental.

Frente a la provincia de Buenos Aires, a 38°S (zona bajo análisis), esas masas de agua se encuentran con otras provenientes de zonas ecuatoriales que circulan de norte a sur (corriente de Brasil), generando ese encuentro la zona de confluencia. La corriente de Brasil presenta aguas más cálidas (superan los 26°C en su superficie) y salinas que las aguas adyacentes.



De este modo, en el ambiente de aguas profundas del talud se genera la zona de confluencia Brasil/Malvinas (Frente Subtropical), una de las regiones de mayor concentración de energía de todos los océanos del mundo. En la misma coexisten y se mezclan aguas subtropicales y subantárticas que determinan importantes gradientes físico-químicos y favorecen la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes consecuencias biológicas para todo el ecosistema. Dicho encuentro de las corrientes se desplaza hacia el norte o hacia el sur según la estación del año.

De este modo, en la zona analizada, existe una variabilidad estacional impuesta por la circulación de dos corrientes: la de Malvinas de aguas subantárticas frías, de baja salinidad y ricas en nutrientes, que fluye hacia el norte y la de Brasil de aguas subtropicales, cálidas y salinas, que fluye hacia el sur. Estas corrientes representan las columnas vertebrales o ejes que marcan los ritmos oceanográficos y biológicos del área. La confluencia de las mismas se caracteriza por un importante frente termohalino de alta energía, con numerosos remolinos (*eddies*) y meandros de gran amplitud.

En las zonas costeras hay áreas consideradas sensibles por ser poseedoras de una importante biodiversidad. Las aguas costeras bonaerenses y patagónicas representan zonas de elevada productividad donde se congregan representantes de los distintos niveles tróficos para hacer uso de su provecho. Los intermareales albergan una fauna particular que son el alimento de numerosas aves marinas y costeras que se concentran allí para alimentarse. Además, las zonas terrestres adyacentes son sitios de asentamientos de aves marinas y costeras y mamíferos marinos. No obstante, en el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verán afectadas en forma directa por las actividades de adquisición sísmica al situarse a más de 300 km de las áreas de prospección.

1.3.1 Invertebrados marinos

En líneas generales los invertebrados marinos no pueden detectar los cambios de presión asociados con las ondas sonoras. Sin embargo, todos los cefalópodos, así como algunos bivalvos, equinodermos y crustáceos tienen una estructura similar a un saco llamada estatocisto (Caroll et al. 2017). Los estatocitos se desarrollan durante la etapa larval (Young et al., 2006) y pueden permitir que un organismo detecte la partición asociada con las ondas sonoras en el agua para orientarse (Sekiguchi y Terazawa, 1997; Kaifu et al., 2008). Los cefalópodos tienen, además, células ciliadas epidérmicas que les ayudan a detectar el movimiento de las partículas en sus inmediaciones (Kaifu et al., 2008), comparable a las líneas laterales en los peces. De manera similar, los decápodos tienen setas sensoriales en su cuerpo (Popper et al., 2001), incluso en sus antenas que pueden usarse para detectar vibraciones de baja frecuencia (Montgomery et al., 2006). Se han detectado estructuras que permiten detectar vibraciones debido al movimiento de partículas en la sepia y las vieiras (André et al., 2016).

Para el presente análisis se consideraron las siguientes categorías:

- Comunidad Planctónica. Grupo de organismos acuáticos microscópicos que carecen de movilidad propia o casi nula y cuyos movimientos son dependientes de las masas de agua en las que viven, especialmente, hasta una profundidad de 200 metros. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton).
- Comunidad Bentónica. Organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas.



- Cefalópodos. Grupo de gran relevancia económica en la región donde se implantará el proyecto. Integrante del necton (juntos con los peces, reptiles y mamíferos marinos) la que es una comunidad de organismos que integra a aquellas especies animales, en general macroscópicas, con una gran capacidad de natación.

1.3.1.1 Comunidad Planctónica

La producción fitoplanctónica en los frentes varía en función de las dos corrientes características; la corriente de Brasil y la corriente de Malvinas. Las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil muestran una reducida concentración de clorofila, mientras que aquellas aguas bajo el dominio de la Corriente de Malvinas, presentan una alta concentración de clorofila. Existen determinadas zonas en donde la concentración se vuelve muy importante. Una de ellas lo constituye el sector donde se produce la confluencia de las corrientes Brasil/Malvinas, en donde se mezclan aguas subtropicales y subantárticas, determinando importantes gradientes físico-químicos y favoreciendo la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema.

El área de influencia indirecta del proyecto comprende el Frente del Talud Continental, donde se puede verificar la presencia de concentraciones importantes de fitoplancton. El Frente del Talud se define entre las aguas de la Corriente de Malvinas y las aguas que están sobre la plataforma a profundidades menores de los 200 m. A lo largo del frente se dan procesos de surgencias donde la Corriente de Malvinas provee de nutrientes hacia las capas iluminadas en la plataforma lindante, dando lugar a una importante producción fitoplanctónica que sostiene la trama trófica de la región, especialmente en primavera (octubre a diciembre) y verano (enero a marzo). El zooplancton de esta región es muy diverso y está compuesto por grandes abundancias de anfípodos hipéridos, eufásidos, salpas y especies zooplanctónicas carnívoras entre las que sobresalen la medusa *Desmonema gaudichaudi* por las grandes biomásas alcanzadas durante sus frecuentes explosiones demográficas.

Para el borde del talud, en el área de influencia indirecta del proyecto, el ensamble de fitoplancton corresponde al conjunto "Transicional del Norte". Este ensamble está caracterizado por la presencia de 119 especies de diatomeas registradas, de las cuales 20 son especies restringidas pero invariablemente poco abundantes. 13 especies de diatomeas fueron encontradas características de este área; entre estas, *Chaetoceros contortus*, *Pseudo-nitzschia multiseries* y *C. rostratus* son particularmente abundantes.

La producción de fitoplancton en el Mar Argentino describe un ciclo bimodal anual, de aumento y posterior descenso, típico de ecosistemas de aguas templado-frías con termoclinas estacionales. El máximo de producción fitoplanctónica ocurre en primavera, iniciándose con un explosivo crecimiento en los meses de octubre y noviembre en aguas costeras de baja profundidad al Norte de la plataforma. La onda de producción se expande gradualmente hacia el Sur y se aleja de la costa a medida que se ingresa en el período estival. Un máximo secundario de producción primaria se observa en los primeros meses de otoño (Campagna et al., 2006).

Por lo general, después de los máximos de producción primaria primaveral se produce una reducción en la concentración de nutrientes, especialmente de silicatos, que limita el crecimiento de las diatomeas, por lo que se opera un cambio de elenco en la flora fitoplanctónica a favor de los cocolitofóridos, los dinoflagelados y otros pequeños flagelados que tienen la capacidad de utilizar nutrientes a partir de la mineralización de compuestos orgánicos (Campagna et al., 2006).

Para el Frente del talud, los valores máximos de productividad fitoplanctónica se registran durante las estaciones de primavera y verano.



Por su parte, el ciclo de producción del zooplancton adopta patrones típicos de mares templado-fríos, con una variación estacional de su biomasa asociada al explosivo crecimiento primaveral del fitoplancton, que experimenta un gradiente progresivo desde la costa hacia el talud y del Norte al Sur, de acuerdo con la abundancia de nutrientes y la estabilización de la columna de agua.

La producción zooplanctónica varía de manera conjunta con la fitoplanctónica. Las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil, las cuales presentan una reducida concentración de fitoplancton, presentan también bajas densidades de zooplancton. En cambio, donde predominan las aguas de la Corriente de Malvinas, caracterizadas por una alta concentración de fitoplancton, se observa una abundancia de zooplancton mayor. En conclusión, la mayor diversidad de especies se encuentra en las aguas de la corriente de Malvinas y en la zona de Confluencia o transición. La zona de Transición, ubicada en el área de influencia indirecta del proyecto, está caracterizada por la presencia de 57% invertebrados presentes en el área.

En las aguas de las corrientes de Malvinas y Brasil viven más de 1.000 especies de zooplancton marino. La mayoría de las especies son escasas y la representación en grupos taxonómicos es desigual: más del 80% de los individuos corresponden a menos del 20% de las especies. Con respecto a la composición del zooplancton, el mesozooplancton se compone principalmente de copépodos (89%) y ocasionalmente de ostrácodos, pterópodos, formas juveniles de eufáusidos y anfípodos y también larvas de otros crustáceos y huevos de peces.

En particular, respecto al ictioplancton en el área de influencia del proyecto se reconoce la presencia de larvas de mictófidios como el componente más numeroso. Las larvas de mictófidios ocurren todo el año y durante los meses de invierno dominan en una abundancia generalmente baja del ictioplancton. La presencia de larvas de cefalópodos ocurre tras el desove de invierno en el área sur siendo los huevos arrastrados por la Corriente de Malvinas (la sensibilidad se analiza más adelante en el punto 1.3.1.3. Cefalópodos).

El macrozooplancton (formado por organismos de más de 5 mm de largo) incluye fundamentalmente eufáusidos (krill), anfípodos y chaetognatos (Sabatini et al., 2001). Uno de los organismos zooplanctónicos más importantes en el área es el krill, ya que representa la fuente de alimento de muchas especies de peces, cetáceos, pinípedos, pingüinos y otras aves marinas que frecuentan el área. Se conoce con ese nombre a los crustáceos pelágicos del género *Euphausia* (eufáusidos). Por otro lado, el grupo de anfípodos es prácticamente monoespecífico y está representado casi exclusivamente por *Themisto gaudichaudii*. Esta especie constituye el alimento clave para la mayoría de las especies de peces que se distribuyen en el área (Campagna et al., 2006).

Cepeda et al. (2018) analizaron la distribución y abundancia de las principales especies presentes en toda la plataforma y el borde del Talud. Con abundancias variables a lo largo de las estaciones, los componentes principales para la zona SASW, inserta en el área de influencia indirecta del proyecto, consisten en adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *C. australis* y el amphipodo *T. gaudichaudii*. Mientras que la zona SASW se caracteriza por copepoditos C4-5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C. vanus*, *C. brevipes* y *C. smillimus*; el cyclopoidio *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*; *T. gaudichaudii*, juveniles de euphausidos. Migrantes estacionales epipelágicos tales como *N. tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *M. lucas* han sido registrados en bajo número sobre la plataforma externa, cerca del talud (Ramírez y Sabatini, 2000).

Para el Frente del Talud, en el área de influencia indirecta del proyecto, la mayor biomasa de zooplancton se registra desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano, principalmente compuesto por macrozooplancton, destacándose las especies *T. gaudichaudii* y *E. lucas*. Otras especies de importancia al Norte del área de prospección son las especies *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*.



En el área de influencia indirecta del proyecto hay presencia de estómagos de peces con ctenóforos, siendo baja la diversidad de ZG en la zona. Los principales grupos de ZG son tenóforos, salpas y medusas. Los más frecuentes en el área de influencia indirecta son los Ctenóforos. No se encontraron estudios sobre la distribución estacional del ZG para las áreas de prospección.

Para el área de influencia del proyecto no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas.

Las especies que integran el fitoplancton no se consideran especialmente sensibles para este tipo de actividades y las zonas de máxima producción no se superponen con el área de influencia directa del proyecto.

En relación al zooplancton, las especies que pueden presentar mayor grado de sensibilidad a la actividad sísmica son las larvas de crustáceos y el Krill. Si bien, este grupo no presenta capacidad de evadir el efecto, es importante remarcar que las áreas de máxima biomasa zooplanctónica, no se superponen con las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y 114, ya que estas se localizan en el frente del talud, a 30 km del área de prospección y a 17 km del área operativa, es decir por fuera del área de afectación de las fuentes sísmicas que resulta muy localizada para este componente.

Respecto al ictioplancton se reconoce que las larvas y huevos de peces no pueden evitar la onda de presión de las fuentes de aire comprimido, no obstante el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros). En el área de influencia del proyecto se registra la presencia de larvas de mictofidos durante todo el año con baja abundancia en el invierno.

Por tal motivo, se considera que esta componente presenta una sensibilidad intermedia durante los momentos de máxima productividad, es decir durante las estaciones de primavera y verano, y en otoño en relación también a la presencia de larvas de mictoficos, en tanto que para el invierno resulta baja.

1.3.1.2 Comunidad Bentónica

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del distrito Patagónico están dominadas por moluscos (filum Mollusca), equinodermos (filum Equinodermata) y briozoos (filum Bryozoa), en ese orden. Los braquiópodos (filum Brachiopoda) son el siguiente grupo en importancia (Bastida et al., 1992). Estos autores identificaron dos regiones dentro del Distrito Patagónico. El área de influencia indirecta del proyecto para las áreas CAN_100 y CAN_108 se superpone con el área "B" en la región interna de la plataforma, presenta 112 especies de macroinvertebrados, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos, de los cuales solo una especie es exclusiva de esta área. Mientras que el área CAN_114 se ubica en el área "C", bajo la influencia de la corriente de Malvinas (de alta productividad y bajas temperaturas) con un total de 152 especies, muestra un alto porcentaje de especies exclusivas (16,30%), la comunidad está dominada por briozoos y brachiopodos, siendo los equinodermos menos abundantes que en el área "B".



Hasta el presente, el listado de taxones capturados incidentalmente como parte del monitoreo de áreas de pesca de vieira patagónica y que se identifica en labores rutinarias alcanza unas 90 especies (Schejter et al., 2014). Estudios particulares realizados sobre diferentes grupos zoológicos han contribuido a ampliar el conocimiento sobre la riqueza faunística en dichas áreas y aportan información sobre la riqueza de poríferos, equinodermos, hidroides, organismo infaunales, peces demersales y bentónicos más frecuentes y endobiontes de esponjas (Schejter et al., 2017). Como resultado se ha estimado la riqueza bentónica conocida hasta el presente en unas 250 especies (Schejter et al., 2013), las que incluyen más de 50 organismos epibiontes de la Viera Patagónica (Romero et al., 2017; Schejter et al., 2017). El área CAN_100 - CAN_108 se encuentra en una zona cercana a la UM B, mientras que la CAN_114 a la UM C. En el área B los principales taxones asociados a la vieira fueron la esponja y varias especies de equinodermos, entre los que cabe mencionar a las estrellas *Ctenodiscus australis* y *Diplasterias brandti*, al erizo *Austrocidaris canaliculata* y a la ofiura *Ophiactis asperula*. En el extremo más meridional de la UM "B", se localizan asimismo parches con altas densidades del cangrejo ermitaño *Sympagurus dimorphus* y del erizo *Sterechinus agassizii* (Schejter y Mantelatto, 2015). La UM C presenta menor densidad de vieiras que otras áreas y se caracteriza por poseer una mayor riqueza de especies que áreas más explotadas así como una biomasa de esponjas que represento entre 22 y 90 % de la captura (Schejter y Bremec, 2013). Al sur de la UM C se registran biomasa muy altas de ofiuroideos, principalmente de *Ophiactis asperula* y de *Ophiacantha vivípara*, y en ciertos sectores se registran parches de altas densidades del coral *Flabellum cf. Curvatum* y del erizo *Sterechinus agassizii* (Escolar, 2010).

Prospecciones pesqueras de vieira patagónica han permitido también recolectar fauna bentónica en el límite externo de la UM C, a profundidades de 400 m. En dichas localidades se registró predominancia de equinodermos así como la presencia de falsos corales (Stylasteridae) y de corales blandos entre los que se destacan las plumas de mar (Pennatulacea) y los primnoideos. En áreas más profundas, con motivo de detectar Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, jardines de coral que presentan a su vez gran cantidad de fauna asociada, localizados en profundidades de entre 400 y 1000 metros, y campos de esponjas, localizados entre 250 y 1300 metros de profundidad (Portela et al., 2012; Schejter, 2017; Campodónico, 2019a).

La vieira patagónica ha mostrado hasta el presente una conducta de reclutamiento que sugiere una dinámica muy incierta de prever. Los stocks de vieiras pueden fluctuar ampliamente de un año a otro sin presentar un patrón claro, tal es el caso de poblaciones cuyo reclutamiento se encontraría fuertemente influenciado por las condiciones hidrográficas. Actualmente, esta pesquería ya evidencia una reducción en las biomasa de capturas y una limitación de las áreas factibles de pesca. La biomasa que sustenta las capturas actuales y del futuro inmediato de la pesquería se debe solo a reclutamientos localizados, los cuales no son suficientes como para mantener los niveles de capturas similares a los de inicio de la pesquería (Campodónico et al 2019b; Allegra et al 2020).

Los bancos de vieiras más rentables desde el punto de vista pesquero se ubican bajo la influencia del Frente del Talud y a lo largo de la isobata de los 100 m. En el área de influencia indirecta del proyecto CAN_100-108 se observa que la actividad de la flota pesquera de vieiras es baja o nula. En el área CAN_114 no se observa una alta densidad del recurso viera, sin embargo en el área de influencia indirecta hay una alta densidad en el primer trimestre del año.



Determinados grupos de invertebrados bentónicos (esponjas, cnidarios, tunicados, braquiópodos) son denominados Taxones Indicadores y se destacan especialmente por su rol ecológico y porque poseen una alta susceptibilidad ante cualquier cambio natural o antrópico. Cuando en estos grupos se registran biomásas mayores a 10 kg 1.200 m⁻², los hábitats se enmarcan en Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs). En la zona patagónica austral (48° S-55° S) entre los 50 y 400 m de profundidad se detectaron aproximadamente 90 taxones de macroinvertebrados, incluyendo varios TI, algunos de los cuales son muy frecuentes y abundantes (Allega et al., 2020).

En áreas más profundas, con motivo de detectar EMVs en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, los que presentan a su vez gran cantidad de fauna asociada, localizados en profundidades de entre 400 y 1000 metros, y campos de esponjas, localizados entre 250 y 1300 metros de profundidad. El proyecto Atlantis (2007-2010) monitoreó estos ecosistemas con el objetivo de describir, dentro de un enfoque ecosistémico, los EMVs y las posibles interacciones con las actividades pesqueras en la zona de estudio (Del Rio et al., 2012). El mapeo resultante indica que el área de influencia directa CAN_114 se superpone en parte al norte de las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables, con presencia de especies frágiles las cuales son también considerados Taxones Indicadores.

El área de influencia directa de las áreas de adquisición sísmica no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales, tampoco en el Área de Estudio Detallada, inserta en el AI, se identifica esta superposición.

Recientemente, campañas del Buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado (BO) durante 2012 y 2013, ampliaron los conocimientos de las comunidades bentónicas entre los 200 y 3000 metros de profundidad frente a la ciudad de Mar del Plata.

En relación a los decápodos, constituyen uno de los grupos más conocidos por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Otra característica destacable del grupo es su papel de presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Para el área de influencia indirecta del proyecto se registran cinco especies de interés ecológico-económico: la langosta *Munida gregaria*, la centolla común *Lithodes santolla*, la langosta de aguas profundas *Thymops birsteini*, el cangrejo rojo *Chaceon notialis*, el cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus*.

Dentro de los macrocrustáceos, tres especies presentan interés económico; cangrejo rojo, cangrejo nadador y la langosta. De éstos solo dos especies, el cangrejo rojo y la centolla, se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto CAN_100-108.

En relación a la centolla común, en Argentina pueden identificarse cuatro sectores efectivos. El Sector Patagónico Central, denominada Área Central de manejo de esta especie (entre los 43° 30' S y 48° C), es el más importante, ya que aporta gran parte del volumen de desembarco. Los núcleos de mayor abundancia en el área central se ubican dentro del Golfo San Jorge (Sector de alto rendimiento del Golfo San Jorge) y en aguas de plataforma (sector de alto rendimiento norte y sector de alto rendimiento sur). El sector efectivo Patagonia Sur es el segundo en importancia y se distribuye al sur del 48 ° S (Allega et al., 2020). En el área de influencia directa del proyecto CAN_100-108 solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas. El área CAN_114 no se superpone con sitios de reproducción o alimentación de centolla. No hay desembarques de centolla provenientes de esta zona.

Respecto a las comunidades bentónicas, para la zona donde se ubica las áreas CAN_100-108 y 114 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas.



El área de influencia indirecta del proyecto no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales. Sin embargo, el área de adquisición de datos sísmicos CAN_114 se superpone en parte al norte de las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables.

En el área de influencia indirecta del proyecto, para el caso de la vieira patagónica, *Zygochlamys patagónica*, se observa una baja densidad de la biomasa, registrándose en primavera-verano la mayor densidad de la especie, siendo el primer y segundo trimestre del año los mayores desembarcos del recurso. En el área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 no se observan áreas de reproducción, alimentación o cría de vieira patagónica.

Las especies de crustáceos decápodos, registrados en el área de influencia indirecta del proyecto, no tienen importancia económica, presentando pesquerías bycatch/incidental. Si bien estas especies presentan gran relevancia ecológica. En Argentina no se realiza la explotación de cangrejo rojo, el cangrejo nadador esta fuera del área de influencia directa e indirecta registrándose en la isobata de 50 m (flota de rada o ría), por su parte la langosta solo es pescada por buques que operan a lo largo del talud (con redes de arrastre, palangre o nasas) de forma ocasional. En el área de influencia directa del proyecto CAN_100-108 solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas. El área de influencia directa del proyecto CAN_114 no se superpone con sitios de reproducción o alimentación de centolla. No hay desembarques de *L. santolla* provenientes de esta zona.

De este modo, se considera que la comunidad bentónica presenta una sensibilidad media frente al proyecto a lo largo de todo el año.

1.3.1.3 Cefalópodos

Moluscos Cefalopodos

El área de influencia del proyecto de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 no se superpone con las áreas de mayores desembarques del periodo 2003-2017 de cefalópodos. La flota mas cercana al área de influencia indirecta es la de buques congeladores de especies australes.

En la zona analizada se destaca el calamar (*Illex argentinus*), especie que se distribuye desde los 23° S hasta los 54° S, con una presencia frecuente entre los 35° S y los 52° donde se localiza en toda la plataforma y talud siendo el cefalópodo más importante del Atlántico Sudoccidental desde el punto de vista de su importancia pesquera.

Su mayor concentración, sin embargo, está asociada con la presencia de las aguas subantárticas y principalmente a la corriente de Malvinas, por lo que se distribuye fundamentalmente sobre el borde del talud a profundidades entre 80 y 400 m. Su distribución varía según la estación y está limitada al área de influencia de las aguas frías de la Corriente de Malvinas. Se distribuyen en stocks reproductivos en base a los sitios de alimentación, tamaño de los adultos y migraciones estacionales, existiendo aparentemente cuatro poblaciones (desovante de verano, sudpatagónica, bonaerense-norpatagónica y desovante de primavera).

Para el área de influencia del proyecto se observa:

- En Otoño-Invierno (pico entre mayo y julio): importantes concentraciones pre-reproductivas en la plataforma y talud correspondiente a la subpoblación bonaerense-norpatagónica (SBNP).



- En Primavera: importantes concentraciones en la plataforma bonaerense-norpatagónica entre 50 y 100 m de profundidad correspondiente por un lado a juveniles provenientes de los desoves de las subpoblaciones sudpatagónica y bonaerense, norpatagónica y preadultos de la subpoblación desovante de verano y adultos de la subpoblación desovante de primavera.
- En Verano: concentraciones importantes entre 43° y 45° S formada por adultos desovantes de verano.

Los cefalópodos parecen ser considerablemente sensibles a las ondas sísmicas, cuando las mismas son de alta intensidad y provienen de fuentes de emisión muy cercanas (hasta 5 km).

Si bien el área de influencia del proyecto se ubica dentro del área de distribución del calamar argentino, el área de influencia directa no se superpone con las áreas de desove, cría o alimentación.

Al respecto, las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían en el área de influencia indirecta del proyecto en primavera y verano, pero durante el otoño e invierno el área de influencia directa sería parcialmente coincidente con las concentraciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica que se agrupan en alta densidad en el borde de la plataforma. Un impacto adicional se daría por coincidencia con la deriva de huevos y larvas a partir del invierno y hasta primavera proveniente desde la zona sur por acción de la corriente de Malvinas.

Desde un punto de vista pesquero el stock de más relevancia corresponde a la zona al sur del paralelo 44° S (subpoblación sudpatagónica) lo que implica que el impacto sobre la pesquería será mucho menos significativo en el área de influencia del proyecto. No obstante, y por tener el área de influencia directa una superposición con la ventana temporal de reproducción durante los meses de otoño e invierno se considera como de sensibilidad alta para dicho período y baja para el resto del año, considerando que la especie posee una amplia distribución y alta densidad en las zonas de plataforma localizadas al sur de los 44° S.



1.3.2 Peces

En el caso de peces para el evaluar el impacto de las ondas sísmicas se seleccionaron criterios asociados con a) criterios biológicos, b) criterios ecológicos, c) criterios de conservación y d) criterios pesqueros. La información para caracterizar los mismos se obtuvo de Cousseau y Perrota (2013), Popper y Fay (2009) y otros trabajos citados en la Línea de Base (Capítulo 5) correspondiente a Peces y Pesquerías. Estos criterios permiten en cierto modo incluir en la evaluación el grado de exposición ante las ondas sísmicas, la sensibilidad presentada y la adaptación que podrían tener para recuperarse del impacto. El grado de exposición se relaciona con el hábitat que ocupa las especies y la ventana temporal en la cual se realiza la prospección respecto a su presencia en la zona. La sensibilidad esta dada por aspectos biológicos, principalmente aquellos relacionados con los mecanismos de audición y recepción de las ondas sonoras, pero también con rasgos biológicos como crecimiento, edad y capacidad reproductiva. Estos rasgos tornan a los peces cartilaginosos mas vulnerables que a los peces oseos ante fuentes de impactos no naturales (Cortes, 2000). Otro factor que interviene en la sensibilidad es el hábitat que ocupa la especie en uno o más etapas de su ciclo de vida. La capacidad de adaptación refiere a la posibilidad de evadir las ondas o la zona de impacto, en base a las características natatorias o tener amplitud trófica para disponer de presas alternativas cuando aquellas preferidas pudieran ser afectadas. Se considera además cual es la importancia de la pesquería de una cierta especie en el área de influencia directa como una medida del posible impacto que pueda tener el proyecto

A continuación se describen los criterios (y sub-criterios) considerados y las valoraciones definidas para cada uno de ellos.

a) Criterios biológicos

- Sensibilidad auditiva: Las especies de peces que carecen de una cavidad llena de gas, incluyendo los peces sin mandíbula, los elasmobranquios (tiburones, patines y rayas), algunos lenguados, góbidos, y ciertos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas son menos sensibles a un trauma por cambios extremos de presión sonora y detectan principalmente el movimiento de las partículas.

La audición de los peces con vejiga depende mucho más de la presión del sonido, aunque también en cierto modo al movimiento de partículas. Así estas especies poseen mejor capacidad auditiva lo que puede afectarlos negativamente para enmascarar otros sonidos. Entre los peces con vejiga natatoria se distinguen aquellos que las poseen cerca, pero no íntimamente conectadas al oído y que poseen un rango de audición de hasta 500 Hz comprendiendo especies como bacalao (Gadidae), las anguilas (Anguillidae), algunos tamberos y corvinas (Sciaenidae), etc.



En el otro extremo del continuo se hallan los peces que tienen estructuras especiales que unen mecánicamente la vejiga natatoria con el oído (órgano de Weber). Estos peces denominados ostareofisios son sensibles principalmente a la presión del sonido, aunque también detectan el movimiento de las partículas.

La clasificación de acuerdo a grado de sensibilidad auditiva se consideró que varía entre 1 (escaso poder auditivo), 3 (moderadamente reactivos a las fuentes de ruido) y 5 (más sensibles) de acuerdo a lo presentado en la siguiente tabla.



Tabla 1. Clasificación por sensibilidad auditiva

| Tipo | Característica | Grupos | Respuesta |
|---------|---|---|--|
| Tipo 1A | Peces óseos sin vejiga natatoria | Peces que no tienen vejiga natatoria y que probablemente sólo usen el movimiento de las partículas para la detección de sonidos. La mayor frecuencia audible de estos peces posiblemente no supere de 400 Hz, con poca sensibilidad comparado con los peces con una vejiga de natación. Los peces dentro de este grupo incluirían peces planos, algunos gobios, algunos atunes, s y agnathos. | Estos grupos de peces presentan escaso poder auditivo, por lo cual son menos sensibles a las ondas sísmicas del cañón. |
| Tipo 1B | Peces cartilaginosos (sin vejiga natatoria) | No poseen vejiga natatoria e incluye tiburones, rayas, y quimeras. Estos peces poseen una aparente sensibilidad a las ondas de baja frecuencia, que son similares a las que emiten las fuentes de energía sísmica, y dependiendo de la morfología del oído. | Variada respuesta a las ondas sísmicas |
| Tipo 2 | Peces óseos con vejiga natatoria, pero sin conexión de la vejiga al oído interno | Peces que detectan sonidos desde menos de 50 Hz hasta quizás 800-1.000 Hz (aunque probablemente varios sólo detectan sonidos a 600-800 Hz). Estos peces tienen vejiga pero no hay estructuras conocidas en el sistema auditivo que mejoren la audición, y la sensibilidad no es muy grande. Estas especies detectan tanto el movimiento como la presión de las partículas, y las diferencias entre las especies están relacionadas con lo bien que las especies pueden usar la señal de presión. En esta categoría se incluye una amplia gama de especies, entre ellas el atún con vejiga natatoria, esturiones, salmónidos, etc. | Son moderadamente reactivos a las fuentes de ruido. |
| Tipo 3 | Peces óseos con vejiga natatoria y con conexión entre la vejiga y el oído interno | Se caracterizan por la presencia de un aparato de Weber evolucionado y bien desarrollado formado por un complejo esquelético de huesos y huesecillos que están conectados físicamente al complejo laberinto auditivo anterior y a la región de la vejiga natatoria posterior (peces ostareofisios). Estos peces pueden percibir las ondas de presión sonoras detectar sonidos de hasta 3.000 Hz o más, y su sensibilidad auditiva es la más desarrollada. | Son muy sensibles, el aparato de Weber actúa como un amplificador de ondas de sonido con la función que añade la vejiga natatoria como una cámara de resonancia donde amplifica la señal para ser audible. |

- Reproducción en el área de influencia del proyecto: Se consideró que las especies que se reproducen en el área de influencia del proyecto son sensibles debido a que las ondas sísmicas pueden producir interferencia temporal y espacial en el proceso reproductivo y promover que las larvas pierdan la ventana de tiempo en que las condiciones ecológicas son las óptimas para la supervivencia y el crecimiento.

Se consideró así cuando la especie se reproduce en el área influencia del proyecto (1) o fuera de la misma (0).

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

- Periodo reproductivo: Complementando, el criterio anterior, para aquellas especies que se reproducen dentro del área influencia del proyecto, se consideró como especies más susceptibles a aquellas cuyo período reproductivo fuera estacional o acotado y por lo tanto con riesgo de superponerse con los trabajos de prospección sísmica, teniendo ello menos impacto en el caso de especies con períodos más prolongados.

De este modo, si la especie se reproduce fuera del área de influencia del proyecto, este criterio se clasificó como nulo (0). Para las especies restantes, se consideró si presenta una reproducción extendida en el tiempo aun cuando fuera en el área de influencia del proyecto serán menos afectadas (1) que si es estacional o limitada a una ventana temporal única que podría ser coincidente con la actividad sísmica en el área de influencia del proyecto (2).

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

- Presencia de un área de cría en la zona del proyecto: Las emisiones sísmicas provocan una alta mortalidad de huevos y larvas cuando se encuentran cerca de la fuente de emisión (2 a 5 m), por lo que las especies que poseen áreas de cría en el área de influencia del proyecto (en particular en el área de adquisición de datos sísmicos dado lo localizado de la afectación) resultan más vulnerables. Para las especies vivíparas se considera como área de cría la zona de los embriones.

Se consideraron así como especies mas susceptibles de verse afectadas (1) a aquellas que tuvieran su área de cría en el área y con valoración nula (0) cuando la misma estuviera alejada.

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

- Rango de distribución: Aquellas especies de peces que poseen una distribución amplia (cosmopolitas) serán menos afectadas a nivel de especie (valoradas como 1), mientras que aquellas que se distribuyan solo en el talud se consideran más sensibles (valoradas como 2).
- Especificidad de nicho trófico: Representa en que medida existe una especialización de la dieta de determinadas especies. Especies altamente especializadas (estenófagas) (valorada como 1) poseen menos capacidad de explotar grupos de presas alternativas en el caso en que las más usuales se reduzcan o tengan una desaparición temporal por efectos de las ondas sísmicas Por el contrario, aquellas especies que poseen mayor amplitud trófica (eurífagas) tiene la capacidad de utilizar presas alternativas (valorada como 0).



b) Criterios ecológicos

- Importancia trófica para otras especies: Se considera si la especie posee importancia crítica como un eslabón clave de la cadena trófica para otras especies, tal que su desaparición temporal puede desbalancear la cadena trófica.

La clasificación de acuerdo a grado de importancia en la red trófica es de 0, es decir, sin importancia crítica y 1 cuando posee una especie de alta importancia para la cadena trófica.

- Uso del Hábitat: El hábitat que ocupa una especie se relaciona con sus rasgos de vida y adaptaciones, ya que especies con poca movilidad natural serán más afectadas que aquellas que son vagantes, migratorias o basan su estrategia de alimentación en la natación rápida. Los peces epipelágicos son poco numerosos y habitan desde la superficie hasta 200 m, teniendo cuerpos fusiformes y con capacidad de desarrollar gran velocidad y se los podría considerar como los que poseen más posibilidad de alejarse de las ondas sísmicas; los mesopelágicos se distribuyen entre 200 y 1000 m y realizan migraciones nocturnas hacia la zona epipelágica; los batipelágicos cubren profundidades de 1000 a 4000 m; los peces bentónicos son aquellos que viven asociados a los fondos de aguas profundas y viven mayormente en profundidades por encima de 1000 m y pueden ser más sensibles a las ondas sísmicas por tener menor capacidad de evadirlas.

La clasificación de acuerdo a grado de importancia en la red trófica es de 1 (epipelágicas), 2 (mesopelágicas), 3 (batipelágicas) y 4 (bentónicas). Este criterio aplica esencialmente para el área de influencia directa, es decir aquellas donde la intensidad de las ondas pudiera producir un cambio en el comportamiento de la especie.

c) Criterio de conservación

- Estado de amenaza: Se consideró su status de acuerdo la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN

Se otorgó la siguiente puntuación: preocupación menor (1), cercana a la amenaza (2) vulnerable (3) y amenazada (4). A aquellas no evaluadas o ser deficientes de datos se les asignó valor cero (0).

d) Criterios pesqueros

- Importancia pesquera en el área del proyecto: Las operaciones sísmicas pueden influir en las tasas de captura en las pesquerías al generar conductas de alejamiento de las especies blanco, generando perjuicios económicos sobre la actividad en el área de influencia directa del proyecto.

Teniendo en cuenta las características del área de influencia del proyecto, se consideró la misma como de nula importancia (0) cuando la especie no presenta una pesquería asociada), de baja importancia (1) cuando la especie presenta baja importancia en la zona o es producto del bycatch y (2) si la especie es importante y su pesca es usual en la zona del proyecto.



En el área de influencia del proyecto, la riqueza de peces totaliza unas 69 especies. Puntualmente para el área de influencia directa definida para el proyecto CAN_100-108 y 114 se registran un total de 33 especies de peces. Dentro de los peces cartilaginosos más destacados se identificaron 14 especies, la gran mayoría de la cuales corresponden a los Rajiformes, mientras que para los peces óseos el número registrado fue de 19 especies de peces.

La evaluación de los factores que pueden incidir en la sensibilidad de las especies presentes en el área de influencia directa del proyecto y adyacencias se presenta en la Tabla 29.



Tabla 2. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área del proyecto que corresponde al área de influencia directa (*) y adyacentes en el talud y borde de la plataforma. EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado. s/d: sin datos

| ORDEN | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Criterios biológicos | | | | | | Criterios ecológicos | | Criterios de conservación | Criterios pesqueros |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------|---|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---|----------------|------------------------------------|------------------------|
| | | | Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas | Área de reproducción zona del proyecto | Periodo reproductivo | Área de cría zona del proyecto | Rango de distribución | Nicho trófico | Importancia trófica crítica para otras especies | Uso de hábitat | Estado de conservación (UICN 2020) | Importancia en el área |
| Rajiformes | <i>Bathyrāja macloviana</i> | Raya espinosa* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma/talud | eurifago | No | bentónico | NT | bycatch |
| | <i>Bathyrāja albomaculata</i> | Raya de manchas blancas* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma/talud | eurifago | No | bentónico | VU | bycatch |
| | <i>Bathyrāja griseocauda</i> | Raya lisa | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | eurifago | No | bentónico | EN | bycatch |
| | <i>Bathyrāja scaphiops</i> | Raya picuda* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | Talud | eurifago | No | bentónico | NT | bycatch |
| | <i>Bathyrāja brachyurops</i> | Raya cola corta* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | eurifago | No | bentónico | LC | bycatch |
| | <i>Bathyrāja magellanica</i> | Raya magellanica* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | eurifago | No | bentónico | DD | bycatch |
| | <i>Bathyrāja cousseae</i> | Raya de aletas juntas* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | Talud | eurifago | No | bentónico | NE | bycatch |
| | <i>Bathyrāja multispinnis</i> | Raya aserrada* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | Talud | eurifago | No | bentónico | NT | bycatch |
| | <i>Zearaja chilensis</i> | Raya hocicuda* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | estenofago | No | bentónico | VU | bycatch |
| | <i>Amblyrāja doellojuradoi</i> | raya erizo* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | Talud | eurifago | No | bentónico | LC | bycatch |
| | <i>Psammobatis normani</i> | Raya marrón claro* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | eurifago | No | bentónico | DD | bycatch |
| | <i>Psammobatis rudis</i> | Raya hocico blanco* | Moderada (sin vejiga) | si | Extenso | si | plataforma-talud | eurifago | No | bentónico | DD | bycatch |
| Squaliformes | <i>Squalus acanthias</i> | Tiburón espinoso* | Moderada (sin vejiga) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | epipelagico | VU | bycatch |
| Carcharhiniformes | <i>Schorederichthys bivius</i> | Pinta roja* | Moderada (sin vejiga) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | epipelagico | NT | bycatch |
| Chimeriformes | <i>Callorhynchus callorhynchus</i> | Pez gallo* | Moderada (sin vejiga) | no | Extenso | no | plataforma-talud | eurifago | No | epipelagico | NE | ninguna |
| Gadiformes | <i>Coryphaenoides filicauda</i> | Granadero | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Coelorhynchus fasciatus</i> | Granadero chico* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Macrourus holotrachys</i> | Granadero grande | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Macrourus carinatus</i> | Granadero | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Luciogadus nigromaculatus</i> | Granadero manchas negra | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Haplomacrourus nudirostris</i> | Granadero grande | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Muraenolepis marmorata</i> | Morena de aguas frias | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Merluccius hubbsi</i> | Merluza* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | moderada |
| | <i>Merluccius australis</i> | Merluza austral | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | baja |
| | <i>Macruronus magellanicus</i> | Merluza de cola* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | baja |

| ORDEN | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Criterios biológicos | | | | | | Criterios ecológicos | | Criterios de conservación | Criterios pesqueros |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---|----------------|------------------------------------|------------------------|
| | | | Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas | Área de reproducción zona del proyecto | Periodo reproductivo | Área de cría zona del proyecto | Rango de distribución | Nicho trófico | Importancia trófica crítica para otras especies | Uso de hábitat | Estado de conservación (UICN 2020) | Importancia en el área |
| | <i>Antimora rostrata</i> | Antimora azul | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | LC | ninguna |
| | <i>Lepidion ensiferus</i> | Brotola patagónica | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Guttigadus kongi</i> | Bacalao austral | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Notophycis marginata</i> | Brótola enana* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Salilota australis</i> | Bacalao criollo* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | Talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | baja |
| | <i>Micromesistius australis</i> | Polaca* | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | mesopelagico | NE | moderada |
| | <i>Seriolella porosa</i> | Savorin | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | mesopelagico | NE | ninguna |
| | <i>Urophycis cirrata</i> | Brotola | Moderada (con vejiga no conectada) | no | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | mesopelagico | LC | ninguna |
| Pleuronectiformes | <i>Mancopsetta maculata</i> | Lenguado de profundidad* | Baja (sin vejiga) | si | Estacional | si | Talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Mancopsetta milfordi</i> | Lenguado* | Baja (sin vejiga) | si | Estacional | si | plataforma-talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| Scorpaeniformes | <i>Cottunculus granulosus</i> | Pez piedra* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Psychrolutes marmoratus</i> | Sapo de piel blanda | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | Talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Praematoliparis anarthractae</i> | Pez babosa | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | Talud | eurifago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Paraliparis cf. anarthractae</i> | Pez babosa | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | Talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Paraliparis eltanini</i> | Pez babosa | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | Talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Congiopodus peruvianus</i> | Chanchito | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Sebastes oculatus</i> | Escrofalo | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | estenofago | No | bentónico | NE | ninguna |
| Anguiliformes | <i>Ariosoma opisthophthalmum</i> | Congrio | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Bassanago albescens</i> | Congrio de profundidad | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Conger orbignianus</i> | Congrio | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Pseudoxenomystax albescens</i> | Congrio* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Diastobranchus capensis</i> | Anguila degolladora | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | plataforma-talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| Nocanthiformes | <i>Aldrovandia palacra</i> | | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | talud | eurifago | No | bentónico | LC | ninguna |
| | <i>Notacanthus sexspinis</i> | anguila espinosa | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | talud | eurifago | No | bentónico | NE | ninguna |
| | <i>Notacanthus chemnitzii</i> | Anguila | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | s/d | talud | eurifago | No | bentónico | LC | ninguna |
| Myctophiformes | <i>Myctophidae sp.</i> | Mictofido | Alta (con vejiga conectada) | no | Estacional | si | talud | estenofago | No | mesopleagico | NE | ninguna |
| Perciformes | <i>Ophthalmolycus macrops</i> | Viuda | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |

| ORDEN | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Criterios biológicos | | | | | | Criterios ecológicos | | Criterios de conservación | Criterios pesqueros |
|---------------|------------------------------------|-------------------|---|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---|----------------|------------------------------------|------------------------|
| | | | Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas | Área de reproducción zona del proyecto | Periodo reproductivo | Área de cría zona del proyecto | Rango de distribución | Nicho trófico | Importancia trófica crítica para otras especies | Uso de hábitat | Estado de conservación (UICN 2020) | Importancia en el área |
| | <i>Plesienchelys stehmanni</i> | Viudita | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Phucocoetes cf. Latitans</i> | Viuda | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Illucoetes fimbratus</i> | Viuda* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Lycenchelys bachmanni</i> | Viuda* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Stromateus brasiliensis</i> | Palometa moteada* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Thyrstites atún</i> | Barracuda* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | plataforma-talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Dissotichus eleginoides</i> | Merluza negra* | Alta (con vejiga conectada) | no | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | baja |
| | <i>Patagonotothen ramsayi</i> | Nototenia* | Alta (con vejiga conectada) | no | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Epigonus robustus</i> | Nototenia* | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Cottoperca gobio</i> | Torito | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| | <i>Schedophilus griseolineatus</i> | | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | estenofago | No | batipelagico | NE | ninguna |
| Stomiiformes | <i>Argyropelecus aculeatus</i> | Hachita | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Stomias boa</i> | Pez dragon | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| | <i>Bathophilus vaillanti</i> | | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| Ophidiiformes | <i>Genypterus blacodes</i> | Abadejo* | Alta (con vejiga conectada) | no | Estacional | no | talud | eurifago | No | batipelagico | NE | moderada |
| | <i>Cataetys messieri</i> | Brotola | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | plataforma-talud | estenofago | No | batipelagico | LC | ninguna |
| Aulopiformes | <i>Scopelosaurus lepidus*</i> | | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | eurifago | No | bentónico | LC | ninguna |
| | <i>Bathypterois longipes</i> | Pez trípode | Alta (con vejiga conectada) | s/d | Estacional | no | talud | estenofago | No | bentónico | LC | ninguna |

En base la información precedente se categorizaron las alternativas de los diferentes criterios (Tabla 3) y luego se desarrolló una matriz para evaluar la potencial sensibilidad asignando valores a cada una de las alternativas que presentan los diferentes criterios para aquellas especies con mejor información disponible (Tabla 4).

Tabla 3. Valoración de las alternativas que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

| | Criterio | Score |
|---------------------------|--|-------|
| Criterios Biológicos | Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas | |
| | Baja (sin vejiga) – Peces óseos | 1 |
| | Moderada (sin vejiga) – Condrictios | 3 |
| | Moderada (con vejiga no conectada) | 3 |
| | Alta (con vejiga conectada) | 5 |
| | Área de reproducción en área de influencia | |
| | No | 0 |
| | Si | 1 |
| | Período reproductivo | |
| | Fuera del área de influencia del proyecto | 0 |
| | Extenso en el área de influencia del proyecto | 1 |
| | Estacional en el de influencia del proyecto | 2 |
| | Área de cría en zona de prospección | |
| | No | 0 |
| | Si | 1 |
| | Rango de distribución | |
| | Talud y plataforma | 1 |
| | Solo talud | 2 |
| | Nicho trófico | |
| | Amplio, eurífago | 0 |
| | Angosto, especializado | 1 |
| Criterios Ecológicos | Importancia trófica para otras especies | |
| | Baja | 0 |
| | Alta | 1 |
| | Uso de hábitat | |
| | Epipelágica | 1 |
| | Mesopelágicos | 2 |
| | Batipelágico | 3 |
| Criterios de Conservación | Valor de conservación | |
| | NE, DD | 0 |
| | LC | 1 |
| | NT | 2 |
| | VU | 3 |
| | EN | 4 |
| Criterio Pesquero | Interés Pesquero | |
| | Ninguna | 0 |
| | Baja o por bycatch | 1 |
| | Especie blanco en la zona (moderada) | 2 |

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$\text{ISP o Suma Relativa} = S_j / f_{\max}$$



Siendo S_j el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde f_{max} representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de la ictiofauna este valor puede variar entre 0,14 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 23, por lo que la suma normalizada divide por 23).

Tomando como referencia las escalas de valoración usualmente empleadas al realizar análisis de sensibilidad ambiental (Chin et al, 2010; Stortini et al., 2015; AECOM, 2015; Walsh, s/f) se definieron valores de sensibilidad a partir de aplicar intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, y asignarles una categorización y que en este caso correspondieron al uso de terciles (siendo los puntos de corte 0,4 y 0,7).

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,4), moderada (entre 0,4 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

| Suma relativa (ISP) | Sensibilidad |
|-------------------------|--------------|
| < 0,4 | baja |
| $\geq 0,4$ y $\leq 0,7$ | moderada |
| > 0,7 | alta |



Tabla 4. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad que corresponde al área de influencia directa. *Solo estadios larvales.

| ORDEN | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Criterios biológicos | | | | | | Criterios ecológicos | | Criterios de conservación | Criterios pesqueros | Suma Relativa |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---|----------------|-------------------------------|------------------------|---------------|
| | | | Sensibilidad auditiva | Área de reproducción zona del proyecto | Periodo reproductivo | Área de cría zona del proyecto | Rango de distribución | Nicho trófico | Importancia trófica para otras especies | Uso de hábitat | Estado de conservación (UICN) | Importancia en el área | |
| Rajiformes | <i>Bathyrāja macloviana</i> | Raya espinosa* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0,61 |
| | <i>Bathyrāja albomaculata</i> | Raya de manchas blancas* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0,65 |
| | <i>Bathyrāja griseocauda</i> | Raya lisa | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0,70 |
| | <i>Bathyrāja scaphiops</i> | Raya picuda* | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0,65 |
| | <i>Bathyrāja brachyurops</i> | Raya cola corta* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,52 |
| | <i>Bathyrāja magellanica</i> | Raya magellanica* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,52 |
| | <i>Bathyrāja cousseae</i> | Raya de aletas juntas* | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,57 |
| | <i>Bathyrāja multispinnis</i> | Raya aserrada* | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0,65 |
| | <i>Zearaja chilensis</i> | Raya hocicuda* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0,70 |
| | <i>Amblyrāja doellojuradoi</i> | raya erizo* | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0,61 |
| | <i>Psammobatis normani</i> | Raya marrón claro* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,52 |
| | <i>Psammobatis rudis</i> | Raya hocico blanco* | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0,52 |
| Squaliformes | <i>Squalus acanthias</i> | Tiburón espinoso* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0,39 |
| Carcharhiniformes | <i>Schorederichthys bivijs</i> | pinta roja* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0,35 |
| Chimeriformes | <i>Callorhynchus callorhynchus</i> | Pez gallo* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,21 |
| Gadiformes | <i>Coryphaenoides filicauda</i> | Granadero | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Coelorhynchus fasciatus</i> | Granadero chico* | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Macrourus holotrachys</i> | Granadero grande | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Macrourus carinatus</i> | Granadero | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Luciogadus nigromaculatus</i> | Granadero manchas negra | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Haplomacrourus nudirostris</i> | Granadero grande | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Muraenolepis marmorata</i> | Morena de aguas frías | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Merluccius hubbsi</i> | Merluza* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,35 |
| | <i>Merluccius austral</i> | Merluza austral | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0,31 |
| | <i>Macruronus magellanicus</i> | Merluza de cola* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0,30 |
| | <i>Antimora rostrata</i> | Antimora azul | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0,30 |
| | <i>Lepidion ensiferus</i> | Brotola patagónica | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Guttigadus kongi</i> | Bacalao austral | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0,30 |
| | <i>Notophycis marginata</i> | Brótola enana* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Salilota australis</i> | Bacalao criollo* | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0,35 |
| | <i>Micromesistius australis</i> | Polaca* | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,35 |
| | <i>Seriotelella porosa</i> | Savorin | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,30 |
| | <i>Urophycis cirrata</i> | Brotola | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0,35 |
| Pleuronectiformes | <i>Mancopsetta maculata</i> | Lenguado de profundidad* | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,52 |
| | <i>Mancopsetta milfordi</i> | Lenguado* | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,48 |
| Scorpaeniformes | <i>Cottunculus granulatus</i> | Pez piedra* | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,65 |
| | <i>Psychrolutes marmoratus</i> | Sapo de piel blanda | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,70 |
| | <i>Praematoliparis anarthractae</i> | Pez babosa | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,65 |

| ORDEN | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Criterios biológicos | | | | | | Criterios ecológicos | | Criterios de conservación | Criterios pesqueros | Suma Relativa |
|----------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|---|----------------|-------------------------------|------------------------|---------------|
| | | | Sensibilidad auditiva | Área de reproducción zona del proyecto | Periodo reproductivo | Área de cría zona del proyecto | Rango de distribución | Nicho trófico | Importancia trófica para otras especies | Uso de hábitat | Estado de conservación (UICN) | Importancia en el área | |
| | <i>Paraliparis cf. anarthractae</i> | Pez babosa | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,70 |
| | <i>Paraliparis eltanini</i> | Pez babosa | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,70 |
| | <i>Congiopodus peruvianus</i> | Chanchito | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,65 |
| | <i>Sebastes oculatus</i> | Escrofalo | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,65 |
| Anguiliformes | <i>Ariosoma opisthophthalmum</i> | Congrio | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| | <i>Bassanago albescens</i> | Congrio de profundidad | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,65 |
| | <i>Conger orbignianus</i> | Congrio | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| | <i>Pseudoxenomystax albescens</i> | Congrio* | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| | <i>Diastobranchus capensis</i> | Anguila degolladora | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| Nocanthiformes | <i>Aldrovandia phalacra</i> | anguila | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0,70 |
| | <i>Notacanthus sexspinis</i> | anguila espinosa | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,65 |
| | <i>Notacanthus chemnitzii</i> | Anguila | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0,70 |
| Myctophiformes | <i>Myctophidae sp.</i> | Mictofido | 5 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,48 |
| Perciformes | <i>Ophthalmolycus macrops</i> | Viuda | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Plesiochelys stehmanni</i> | Viudita | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Phucocoetes cf. latitans</i> | Viuda | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Illucoetes fimbratus</i> | Viuda* | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Lycenchelys bachmanni</i> | Viuda* | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Stromateus brasiliensis</i> | Palometa moteada* | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Thyrstites atun</i> | Barracuda* | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,52 |
| | <i>Dissotichus eleginoides</i> | Merluza negra* | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0,52 |
| | <i>Patagonotothen ramsayi</i> | Nototenia* | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,43 |
| | <i>Epigonus robustus</i> | Nototenia* | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Cottoberca gobio</i> | Torito | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,57 |
| | <i>Schedophilus griseolineatus</i> | | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0,61 |
| Stomiiformes | <i>Argyrolepecus aculeatus</i> | Hachita | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| | <i>Stomias boa</i> | Pez dragon | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| | <i>Bathophilus vaillanti</i> | | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| Ophidiiformes | <i>Genypterus blacodes</i> | Abadejo* | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0,52 |
| | <i>Cataetx messieri</i> | Brotola | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0,61 |
| Aulopiformes | <i>Scopelosaurus lepidus*</i> | | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0,65 |
| | <i>Bathypterois longipes</i> | Pez trípode | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0,70 |

Los condriictios han quedado clasificados en general como de moderada sensibilidad porque a pesar que de carecer de vejiga natatoria, el rango de percepción auditiva es coincidente con el de las ondas sísmicas. Los valores mas altos se aprecian en los rajiformes que han sido clasificados como moderadamente sensibles debido a que la zona de adquisición de datos sísmicos coincide con su área de reproducción, siendo el periodo reproductivo de estas especies, no obstante, extenso. Se destacan dos especies vulnerables: la raya hocicuda y la raya de manchas blancas y una en peligro crítico: la raya lisa.

Dentro de los peces óseos, los Gadiformes, si bien presentan una mayor sensibilidad a los ruidos, pueden ser considerados en líneas generales como de baja sensibilidad, habida cuenta que no se observan en el área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114 sitios de reproducción puntuales, no son especies bentónicas ni se encuentran con alguna categoría de conservación.

Los Pleuronectiformes, por su parte, han sido clasificados como de moderada sensibilidad, debido fundamentalmente a su condición de bentónicos y a que no puede descartarse que el área reproductiva tenga relación con el área de influencia directa mencionada. Al respecto, se citan estas especies para el talud lo que posiblemente indique que también se reproducen en el área de influencia directa.

El resto de los grupos identificados en el área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114, incluyen especies con vejiga natatoria conectada al oído, lo que las convierte en las principales receptoras de los efectos de la sísmica, siendo este factor el que posiblemente más influya sobre el impacto del proyecto. No obstante, todas estas especies quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad. Al respecto, resulta importante mencionar que para muchas de las especies no se cuenta con información sobre área de reproducción o cría por lo que se les asignó la máxima valoración, pudiendo estar sobrevalorando la sensibilidad. Ninguna de las especies de peces oseos de interés comercial se reproduce o crían en el área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114.

Un aspecto no menos importante es que casi todas las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

La Tabla 5 resume la sensibilidad prevista de los diferentes ordenes, apreciándose que la mayoría de ellos corresponden a la categoría de media y no se identifican especies con sensibilidad alta

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 5. Resumen de la sensibilidad esperada a nivel los órdenes evaluados en el area de influencia directa del proyecto

| Sensibilidad Baja | Sensibilidad Media |
|-------------------|--------------------|
| Squaliformes | Rajiformes |
| Carcharhiniformes | Pleuronectiformes |
| Chimeriformes | Scorpaeniformes |
| Gadiformes | Anguiliformes |
| | Nocanthiformes |
| | Myctophiformes |
| | Perciformes |
| | Stomiiformes |
| | Ophidiformes |
| | Aulopiformes |

1.3.3 Pesquerías

La interacción entre la pesca y las tareas de prospección pueden darse en dos aspectos fundamentales: uno relacionado con la incidencia que los pulsos sonoros repetidos producen sobre las especies de interés pesquero y otro relacionado con la obstrucción de circulación que la actividad supone sobre los movimientos de la flota pesquera que se desplaza en búsqueda de zonas de mayor captura.

Al analizar las zonas de pesca en el espacio marítimo argentino con las regulaciones y vedas vigentes a marzo de 2020 se observa que, en el área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca. No obstante, según la Resolución 973/1997 Ex SAGPyA, se establece la apertura a la pesca de calamar (*Illex argentinus*) al norte del paralelo 44° desde día 1 de mayo hasta el 31 de agosto de cada año, salvo que por razones de conservación se disponga el cierre anticipado de la temporada de pesca, permaneciendo la pesca dirigida de la especie prohibida en dicho sector por el resto del año.

En el área de influencia directa del proyecto las pesquerías presentes son principalmente la flota fresquera de altura y buques congeladores arrastreros. Debido a las distancias del área de exploración a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de prospección.

Puntualmente para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual, como se mencionó anteriormente se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114. Al respecto el área de influencia de CAN_100-108 y CAN_114, en particular el área de influencia directa soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual.

Las especies de rayas y tiburones presentes en el litoral marítimo de la Argentina integran la fauna acompañante de las principales pesquerías argentinas que operan hasta el área del talud. Su captura es por lo tanto menor que en plataforma, dado que estas pesquerías en la zona del talud son de menor intensidad.



En relación a las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto, se destaca la presencia de merluza, merluza de cola, el abadejo, el bacalao, la merluza negra, merluza austral, la polaca y el calamar. No obstante, no todas estas especies poseen igual relevancia pesquera en el área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114.

Para la merluza, se conocen dos stocks diferentes localizados al norte y sur de los 41° S respectivamente. El localizado al norte es el más importante desde un punto de vista de la captura y su aporte a la pesca de este recurso y se desarrolla fundamentalmente en la plataforma (Macchi et al. 2010; Allega et al., 2020). Esta especie representa el principal recurso del Mar Argentino y su pesquería casi no incluye el área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114. La mayor interferencia con la captura de esta especie, en todo caso muy menor, podría darse en los meses de marzo a junio.

El abadejo, en general, es una especie capturada como fauna acompañante de la pesca de merluza, siendo bajas las capturas en la zona de estudio. Las mayores capturas se registran solo en el segundo y tercer trimestre.

Para la merluza de cola el impacto sería despreciable pues el área de pesca más importante de esta especie se encuentra fuera del área de prospección sísmica. El bacalao tampoco es una especie importante en el área de influencia directa del proyecto. Esta se explota como especie acompañante de la merluza de cola y el abadejo en la plataforma continental argentina.

La merluza negra, es una especie con alto valor comercial, y si bien no presenta importantes valores de captura para el área de influencia directa del proyecto, el área de captura del sector norte se extiende más allá de los 1000 m de profundidad siendo así coincidentes con las profundidades del área de adquisición de datos sísmicos.

En el área de influencia del proyecto la flota que captura la merluza austral ejerce un esfuerzo de pesca mínimo.

En relación a la polaca, la captura de este recurso es muy baja en el área de influencia del proyecto.

Finalmente el calamar, es una especie de alta importancia económica, y en el área de influencia indirecta del proyecto. Al norte de los 44° S, se explota la subpoblación bonaerense-norpatagónica a partir de marzo o abril hasta junio previo a que el calamar emigre hacia aguas profundas. En el caso de los arrastreros su actividad ya se registra en abril y también se extiende hasta el invierno. Otro impacto posible puede darse sobre la deriva de sus larvas que dependiendo de las condiciones oceanográficas puede incluir el área de adquisición de datos sísmicos.

La Tabla 6 resume las características temporales de las pesquerías que tiene relación con el área directa del proyecto y sus adyacencias.



Tabla 6. Distribución temporal de la actividad pesquera de las especies que pueden tener vinculación temporal y espacial con la zona del proyecto. **especies con mayor importancia pesquera

| Especies | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pez gallo | | | | | | | | | | | | |
| Merluza | | | | | | | | | | | | |
| Merluza de cola | | | | | | | | | | | | |
| Abadejo * | | | | | | | | | | | | |
| Merluza negra * | | | | | | | | | | | | |
| Polaca | | | | | | | | | | | | |
| Bacalao | | | | | | | | | | | | |
| Merluza austral | | | | | | | | | | | | |
| Calamar * | | | | | | | | | | | | |

En este sentido, la sensibilidad de la actividad pesquera se considera de baja intensidad ya que como se mencionó previamente los mayores esfuerzos de pesca se observan principalmente fuera del área de influencia directa. Solo las pesquerías de abadejo, merluza negra y calamar podrían ser afectadas dependiendo del momento en que se realiza la prospección pesquera. En la zona del frente del talud, la actividad se vuelve muy importante, sobre todo durante los periodos de otoño e invierno. Sin embargo ésta se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114.

El área de influencia directa no se identifica como un área de cría para las especies comerciales. Para el área de influencia indirecta de CAN_100-108 y CAN_114 se registran larvas de calamar, pero también es posible encontrarlas en la zona de prospección. No obstante estas larvas provienen de áreas de desove localizadas en otras zonas del Mar Argentino. Tampoco se reconoce que las especies de interés pesquero posean su área de puesta en dicha área de influencia. En todo caso, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, y para evitar potenciales interferencias deberían focalizarse en verano y evitar totalmente ser realizadas en otoño e invierno.

1.3.4 Tortugas Marinas

Las tortugas marinas son consideradas los menos vocales de los reptiles. El único periodo para el cual se han documentado vocalizaciones es durante la puesta de huevo, pero no hay registros de vocalizaciones submarinas (Cook y Forrest, 2005). Las tortugas no tienen oído externo y el tímpano es una continuación del tejido de la placa cutánea. Al igual que ciertos grupos de mamíferos marinos, presentan depósitos grasos adyacentes a las placas timpánicas, que se interpretan como adaptaciones para conducción y detección de sonidos en el agua.



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

En base a estudios electrofisiológicos (ABR) se determinó que las tortugas marinas escuchan mejor en los rangos entre 100 y 800 Hz, algunas con sensibilidad hasta los 60 Hz, y no responden bien a sonidos por encima de 1 kHz (Ridgeway et al., 1969, Moein-Bartol et al., 1999). Los rangos de sensibilidad varían según poblaciones de una misma especie (Bartol y Ketten, 2006). A medida que las tortugas crecen y envejecen su sensibilidad a los sonidos se corre a frecuencias más bajas; en la única medición realizada en una tortuga verde mayor se determinó un rango entre 200-500Hz (Ketten y Bartol, 2005).

Las tortugas marinas exhiben elevada fidelidad a corredores de migración fijos, áreas de alimentación y áreas de nidificación, y esa inflexibilidad puede afectar la posibilidad de evitar las áreas de prospección en busca de lugares menos ruidosos. La falta de comportamiento de desplazamiento también puede implicar la falta de alimentación en el caso de las tortugas carnívoras, ya que las presas se desplazan hacia otros lugares.

Experimentos controlados de exposición de tortugas marinas a ruidos encontraron que los animales aumentan su velocidad de natación y tienen comportamientos erráticos indicativos de comportamientos de evasión, pero también pudieron ser como resultado del efecto del ambiente de experimentación (McCauley et al 2000a). Estudios en aguas abiertas con animales enjaulados mostraron que, si bien hay respuestas iniciales de evitación, las tortugas presentan acostumbamiento al ruido luego de varios días de estar sometidas a ensayos (McCauley et al., 2000a).

De las especies conocidas en la actualidad, solo 3 de ellas han sido reportadas para el área de estudio detallada del proyecto: la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

Dada la reducida información disponible, se consideraron a todas estas especies como un único grupo (TM), especializado en bajas frecuencias (Tabla 2).

Tabla 7. Rango auditivo para tortugas marinas.

| Código | Grupo | Rango auditivo generalizado | Taxones presentes miembros del grupo | |
|--------|------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | | | Especie | Nombre común |
| TM | Tortugas Marinas | 60 – 900 Hz | <i>Caretta caretta</i> | Tortuga boba o cabezona |
| | | | <i>Chelonia mydas</i> | Tortuga verde |
| | | | <i>Dermochelys coriacea</i> | Tortuga laúd o siete quillas |

Las tortugas cabezona y laúd tienen ocurrencias confirmadas en el área por datos de monitoreo satelital, y la literatura señala que juveniles y pre-adultos de las tres especies podrían estar presentes en el área de giros oceánicos de la confluencia de Brasil – Malvinas. La mayor ocurrencia se verifica en los meses de temperaturas cálidas.

Todas las especies de tortugas marinas están incluidas en la lista roja de la UICN, en apéndices de la CMS y de CITES. En Uruguay las tortugas marinas se encuentran protegidas por el decreto 144/98 que prohíbe cualquier uso y comercialización. En Argentina la Ley Nacional 26.600, la Ley Nacional 22.421, el Decreto 666/97 y las resoluciones 1089 (del año 1998), 3 (del año 2001) y 91 (del año 2003) protegen a las tortugas marinas a nivel nacional. Además, Uruguay y Argentina han suscripto diversos acuerdos internacionales para la protección y conservación de diversas especies entre las cuales se incluyen las tortugas marinas (CITES, UICN, entre otros).



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Para la Tortuga cabezona el estuario del Río de la Plata es un área de alimentación importante desde la primavera hasta el otoño, con áreas de elevada fidelidad por parte de los individuos marcados. En el caso de la Tortuga verde en la latitud del proyecto sería más frecuente su presencia en los meses del periodo estival. Mientras que la tortuga laúd en el área de influencia del proyecto es un sector que presenta entre julio y diciembre, densidades medias a altas de posiciones de los ejemplares marcados.

A continuación se analiza la sensibilidad de las especies de tortugas presentes en el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta para la valoración su presencia, el estado de conservación y la presencia de zonas de reproducción.

Como punto de partida para el análisis de sensibilidad se incluyeron 2 criterios considerados claves para comprender la sensibilidad de las especies frente al proyecto:

- Presencia
- Estado de Conservación

Estos 2 criterios fueron considerados con la misma importancia por lo que se definió que debían ser evaluados con la misma escala de valoración, la cual se definió entre 1 y 3. En ningún caso se consideró una valoración nula, ya que la sola identificación le otorga una valoración.

Luego, se sumó 1 criterio adicional de relevancia para este grupo en particular:

- Presencia de Zonas de Reproducción

Es este caso si se consideró la valoración nula.

Categorías de presencia

Como fuera mencionado en el Capítulo 5 se elaboró una lista de especies de tortugas marinas probables para el área de influencia del proyecto a partir de los mapas de distribución globales o regionales presentes en guías de campo y portales (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.2.1 del Capítulo 5). Se confirmó la ocurrencia de dichas especies mediante consultas a bases de datos abiertos de ocurrencias georreferenciadas y publicaciones recientes sobre dichas especies.

En base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia.

- 1 Especie sólo informada a través de mapas de distribución global.
- 2 Publicaciones que presentan datos de ocurrencia de la especie para el área de influencia del proyecto.
- 3 Publicaciones con datos de ocurrencia de la especie dentro de las áreas operativas de las zonas de adquisición de datos sísmicos.



Categorías de estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se consideró tanto la valoración nacional como internacional (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.2.2 del Capítulo 5). Si bien los esquemas son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Ante esta situación se definió adoptar aquella más conservativa, asignándole la mayor valoración de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Especie con preocupación menor o no amenazada
- 2 Se encuentra considerada vulnerable o casi amenazada (VU – NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR / EP / EN / A)

Categorías Presencia de Zona de Reproducción

Se consideró:

- 0 Alejada
- 2 Próxima

Tabla 8. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de tortugas presentes.

| Especie | Nombre común | Presencia | MAYDS ^a | UICN ^b | Sitio de Reproducción |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Caretta caretta</i> | Tortuga boba o cabezona | Frecuente y abundante | A | VU ¹ | Alejadas |
| <i>Chelonia mydas</i> | Tortuga verde | Sin registros confirmados | A | EN ² | Alejadas |
| <i>Dermochelys coriacea</i> | Tortuga laúd o siete quillas | frecuente | EP ³ | VU | Alejadas |

^a MAYDS. Res. 1055/13. Categorización de Reptiles y Anfibios de Argentina. EP en peligro, A amenazada, V vulnerable, NA no amenazada, IC insuficientemente conocida.

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/219633/norma.htm>.

^b IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2020-1: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción (www.iucnredlist.org) LC: riesgo bajo, no califica para las categorías de conservación; NT: riesgo bajo, cercano a amenazada. VU: vulnerable; EN: en peligro; CR en peligro crítico.

¹ Si bien la especie es considerada en categoría vulnerable (VU) a nivel global, la revisión de Casale y Tucker (2017) consideraría a las poblaciones del Atlántico sudoeste como de preocupación menor (LC).

² Si bien la especie es considerada en categoría vulnerable (VU) a nivel global, la revisión de Broderick y Patricio (2019) consideran que las poblaciones del Atlántico sudoeste están en aumento como consecuencia de las medidas de conservación que han sido puestas en práctica y las califican como de preocupación menor (LC).

³ Esta es especie más crítica a nivel local ya que se encuentra en peligro de extinción.



CRISTINA GOYNECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 9. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

| Criterio | Score |
|------------------------------|-------|
| Presencia | |
| Sin registros confirmados | 1 |
| Frecuente | 2 |
| Frecuente y abundante | 3 |
| Valor de conservación | |
| NA / LC | 1 |
| NT / VU | 2 |
| CR / EP / EN / A | 3 |
| Zonas de Reproducción | |
| Alejadas | 0 |
| Próximas | 2 |

Para el caso de las tortugas marinas el ISP puede variar entre 0,25 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 2 y el máximo 8, por lo que la suma normalizada divide por 8). Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso correspondieron al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,5 y 0,75.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció para ser de baja sensibilidad una especie debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada
- No presentar zonas de reproducción próximas

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

| Suma relativa (ISP) | Sensibilidad |
|-------------------------|--------------|
| < 0,3 | baja |
| $\geq 0,3$ y $\leq 0,7$ | moderada |
| > 0,7 | alta |

Tabla 10. Valoración de Criterios

| Especie | Nombre común | Presencia | Valor de Conservación | Sitio de Reproducción | Suma Relativa |
|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| <i>Caretta caretta</i> | Tortuga boba o cabezona | 3 | 3 | 0 | 0,75 |
| <i>Chelonia mydas</i> | Tortuga verde | 1 | 3 | 0 | 0,50 |
| <i>Dermochelys coriacea</i> | Tortuga laúd o siete quillas | 2 | 3 | 0 | 0,63 |



En la Tabla 3 se presentan los periodos de ocurrencia probable para el área de influencia. La zona no se caracteriza por la presencia frecuente de tortugas marinas verde y laúd, pero los estudios de telemetría han confirmado la ocurrencia ocasional de individuos y en función de la bibliografía se asumen que puede haber juveniles y subadultos de las tres especies asociados a los giros de la confluencia de las corrientes de Brasil y de Malvinas durante los meses cálidos. En relación a la tortuga cabezona, la misma es la que presenta mayores registros.

Tabla 11. Periodos de mayor sensibilidad temporal para las especies de tortugas marinas del área de influencia del proyecto. Gris ocurrencia probable

| Especies | Verano | | | Otoño | | | Invierno | | | Primavera | | |
|--|--------|-----|-----|-------|-----|-----|----------|-----|------|-----------|-----|-----|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | sept | Oct | Nov | Dic |
| Tortuga cabezona (Juveniles y subadultos) | | | | | | | | | | | | |
| Tortuga verde (juveniles y subadultos adultos) | | | | | | | | | | | | |
| Tortuga Laúd (juveniles y adultos) | | | | | | | | | | | | |

Los datos disponibles hasta ahora señalan que no responden a las medidas de arranque suave, por lo que se considera que la capacidad de evitación conocida no es adecuada para lograr escapar.

Las tortugas marinas parecen reaccionar más a la presencia física de la embarcación y el equipo arrastrado que a los ruidos de prospección. Su técnica de evasión es la inmersión rápida, pudiendo lastimarse o quedar atrapadas.

En las áreas costeras de Argentina a la altura del proyecto se han registrado varamientos y capturas incidentales de adultos. El sitio Ramsar Bahía de Samborombón es el área protegida Argentina actual con mayor valor de conservación para las tortugas marinas. El mismo, no obstante, se encuentra a más de 350 km de las áreas de adquisición de datos sísmicos por lo que el mencionado sitio no se verá afectado por el proyecto.

El área de influencia del proyecto no es una zona de reproducción para las tortugas marinas de presencia probable en el área dado que no existen áreas de reproducción de las tortugas marinas en nuestro país. Las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 se encuentran en el corredor migratorio de las especies de tortugas marinas consideradas con presencia en el área de influencia del proyecto.

Dado que el estuario del Río de la Plata es un área de alimentación de importancia para la mayoría de las especies de tortugas marinas de la región entre los meses de primavera a otoño, el sector de estudio tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. Los meses cálidos son los que registran mayor cantidad de avistajes, por tanto, para las tortugas el periodo de mayor sensibilidad sería la primavera y el verano, siendo valorada como alta - moderada la sensibilidad (dependiendo de la especie). Para el resto del año este grupo presentaría una baja sensibilidad.



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

1.3.5 Aves Marinas

Las aves marinas son especies anfibas, que tienen que escuchar en medios que poseen enormes diferencias en impedancia acústica. La mayoría de las aves marinas pasan la mayor parte de su vida en el mar. Los mecanismos para escuchar en cada medio pueden ser distintos, ya que poseen adaptaciones anatómicas para escuchar bajo el agua (Sadé et al 2008, Hawkins y Popper 2014). Las aves marinas son altamente vocalizadoras en el ambiente terrestre donde la comunicación acústica desempeña un papel fundamental. Los estudios de audición en aves marinas señalan que el sonido brinda información para el reconocimiento individual. El sonido también es usado para localizar fuentes de alimento y brinda claves sobre la presencia de predadores (Aubin, 2004). Hay numerosos audiogramas para aves terrestres realizados por métodos electrofisiológicos y psico-acústicos ya que su sistema auditivo funciona en aire. Las aves en promedio escuchan mejor entre los 2-5 kHz, con pérdidas de sensibilidad de debajo de 1kHz de 20 dB/octava y también a frecuencias por encima de 4kHz de 60 dB/octava (Dooling, 2000). Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénico que los mamíferos.

Para el Área de Estudio Detallada, se contabilizaron 49 especies potencialmente presentes, con ocurrencias confirmadas 46 de ellas en los últimos años. En dicha área se presentan los siguientes órdenes: Spheniciformes (pingüinos) con 6 especies; Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 34 especies, Pelecaniformes con una especie y Charadriiformes (chorlos y saltadores) con 8 especies.

Ninguna de las especies identificadas está bajo ningún apéndice de CITES. Si bien los esquemas de valoración de conservación nacionales e internacionales son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Según la categorización de aves de Argentina (2017) se presentan 8 especies bajo alguna categoría de amenaza de extinción (EC, EN y AM) y 9 casi amenazadas (VU). De acuerdo a la publicación más reciente de la lista Roja de la UICN (2020) se presentan 12 especies en categorías de amenazas (CR, EN y VU) y 7 como casi amenazadas (NT).

Las especies muy frecuentes y abundantes en la región son: Pingüino patagónico (*Spheniscus magellanicus*), Albatros errante (*Diomedea exulans*), Albatros oscuro (*Phoebastria fusca*), Albatros pico fino del Atlántico (*Thalassarche chlororhynchos*), Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophrys*), Petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus*), Petrel gigante del norte (*Macronectes halli*), Petrel cabeza parda (*Pterodroma incerta*), Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Pardela oscura (*Ardenna grisea*), Pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*) y Paíño común (*Oceanites oceanicus*).

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto. Como punto de partida para el análisis de sensibilidad se incluyeron 3 criterios considerados claves para comprender la sensibilidad de las especies frente al proyecto:

- Presencia
- Estado de Conservación
- Sensibilidad Auditiva

Estos 3 criterios fueron considerados con la misma importancia por lo que se definió que debían ser evaluados con la misma escala de valoración, la cual se definió entre 1 y 3. En ningún caso se consideró una valoración nula, ya que la sola identificación le otorga una valoración.



Luego, se sumaron 2 criterios adicionales de relevancia para este grupo en particular:

- Probabilidad de Colisión / Enganche
- Presencia de Colonias

Es este caso si se consideró la valoración nula.

Categorías de presencia

Como fuera mencionado en el Capítulo 5 se elaboró una lista de especies de aves marinas probables para al área de influencia del proyecto a partir de los mapas de distribución globales o regionales presentes en guías de campo y portales (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.3.1 del Capítulo 5). Se confirmó la ocurrencia de dichas especies mediante consultas a bases de datos abiertos de ocurrencias georreferenciadas y publicaciones recientes sobre dichas especies.

En base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia.

- 1 Especie sólo informada a través de mapas de distribución global.
- 2 Especie para la cual se cuenta con entre 1 a 5 publicaciones que presentan datos de ocurrencia de la misma
- 3 Especie con más de 5 publicaciones con datos de ocurrencia de las mismas y/o también estimaciones de abundancia o épocas más frecuentes.

Categorías de estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se consideró tanto la valoración nacional como internacional (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.3.2 del Capítulo 5). Si bien los esquemas son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Ante esta situación se definió adoptar aquella más conservativa, asignándole la mayor valoración de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Especie con preocupación menor o no amenazada
- 2 Se encuentra considerada vulnerable o casi amenazada (VU – NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR / EP / EN / A)

Categorías Sensibilidad Auditiva

Muchas aves marinas tienen capacidades para bucear, pero la mayoría sólo realiza inmersiones cortas y superficiales (del Hoyo et al. 2017). Los pingüinos, alcas, cormoranes y petreles buceadores son considerados especialistas que alternan largos periodos alimentándose bajo el agua con tiempo en superficie descansando o manipulando las presas (Martin, 2017). Las dificultades del acceso al hábitat característico de las aves marinas y el hecho de que la mayoría se encuentra con algún grado de protección han determinado que los estudios auditivos en estas especies, en particular los vinculados con la audición subacuática, sean muy escasos y recientes (Mooney et al., 2019).

Se desarrolló un agrupamiento *ad-hoc* de especies para facilitar el análisis de sensibilidad, ya que hay muy poca información sobre estudios de audición subacuática en aves marinas (Mooney et al., 2019), y no se cuenta con esquemas consensuados de clasificación de las aves en función de potenciales daños o amenazas por ruidos antropogénicos en el agua, como existen para mamíferos marinos. El agrupamiento tiene como punto de partida la clasificación de aves buceadoras de Martin y Crawford (2015) basada en el tipo de presas consumidas, las profundidades de buceo conocidas, junto con la información disponible sobre audición acuática.

- Grupos auditivos presentes

Buceadores de profundidad (P). Hay 4 especies potenciales de pingüinos en la zona, con presencia confirmada y frecuente solo para el pingüino patagónico, y potencial para el pingüino rey, pingüino penacho amarillo y pingüino macaroni que llegan ocasionalmente hasta el sur de Brasil. Todas las especies están con alguna categoría de amenaza y cuentan con protección legal. Pueden estar presentes en el área de influencia del proyecto durante sus migraciones otoñales hacia el norte del área de confluencia y también al regresar a sus colonias reproductivas a fines del invierno, pero pueden encontrarse también juveniles que quedan aislados de los grupos y migrantes. Tienen capacidad de evasión, pudiendo sumergirse y nadar rápidamente alejándose velozmente de la fuente de disturbio. Los estudios disponibles recomiendan que las prospecciones se realicen a más de 100 km de las colonias.

Buceadores superficiales (B). El grupo está representado principalmente por el petrel barba blanca, la pardela oscura y la pardela cabeza negra, que son de las especies con mayor abundancia en la zona. Estas especies bucean zambulléndose a poca profundidad para capturar su alimento entre cardúmenes, típicamente de atunes y calamares para la zona. Son especies seguidoras de barcos y pueden presentar riesgo de colisión o enganche.

Grupo No buceadores (NB). Compuesto por la mayoría de las especies registradas en el área de influencia del proyecto con especies de Procellariiformes de las familias Diomedidae (albatros), Procellariidae (petreles gigantes), Hydrobatidae (paíños) y Characiformes de las Familias Laridae (gaviotines) y Stercorariidae (saltadores y escúas). Los albatros están todos en categorías de amenaza tanto nacional como internacional, como así también muchos de los petreles, debido a la disminución de sus poblaciones por efectos de la pesca incidental. Los estudios más recientes sugieren evitación, pero esa puede ser dependiente de la respuesta de sus presas.

De este modo, se pueden agrupar las especies de aves presentes en tres grupos (Tabla 12);



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 12. Grupos auditivos de aves marinas. Elaboración propia basada en Martin y Crawford (2015) y Crowell (2016).

| Código | Grupo | Rangos de audición generalizados en agua | Profundidades de inmersión normales y máximas | Taxones presentes miembros del grupo |
|--------|---------------------------|--|---|---|
| P | Buceadores de profundidad | 30 Hz – 15 kHz | 20 - 50 m máxima > 110m | Familia Spheniscidae (todos los pingüinos) |
| B | Buceadores superficiales | ---- | 5 - 20 m | Orden Procellariiformes: Familia Procellariidae: petreles buceadores (petrel barba blanca, petrel ceniciento), todas las pardelas. Familia Pelecanoididae (yuncos). |
| NB | No buceadores | ---- | 0-1 m | Orden Procellariiformes: Familia Diomedidae (todos los albatros), Familia Procellariidae (petreles gigantes, priones, paños, otros petreles no incluidos en B2). Orden Charadriiformes: Familias Streptopariidae (escúas y salteadores), Laridae (gaviotines y gaviotas) |

De este modo, se asignó la valoración en función de los grupos que podrían verse más o menos afectados por el proyecto, considerando que las afectaciones mas significativas se darían en las especies de aves que pasan mas tiempo sumergidas en busca de alimento:

- 1 No Buceadores
- 2 Buceadores superficiales y costeros
- 3 Buceadores de profundidad

Categorías Probabilidad de Colisión / Enganche

A este criterio se lo consideró con un aporte más bajo a la sensibilidad, ya que no constituye el peligro principal de la actividad analizada. En tal sentido se consideró:

- 0 Sin ser reconocido en la bibliografía consultada como grupo que presenta riesgo de colisión / enganche.
- 1 Es reconocido en la bibliografía consultada como especie que presentan riesgo de colisión / enganche.



Aunque hay una enorme carencia de información sobre de observaciones de efectos fisiológicos y comportamentales de las aves buceadoras en relación con la prospección sísmica, si está muy documentado el efecto de las luces y destellos provenientes de las embarcaciones como potenciales atractores de aves marinas con vuelo nocturno. Las luces artificiales pueden generar colisiones y mortalidad, particularmente en condiciones de mala visibilidad nocturna por la luna o las estrellas (bruma, neblina), en las cuales las aves pueden quedar desorientadas y estrellarse contra la embarcación o en cubierta, o quedar atrapadas entre el equipo sísmico desplegado en el agua (Wiese et al., 2001, Poot et al., 2008). Las especies del orden Procellariiformes son las más susceptibles de este tipo de colisión, ya que se alimentan de presas que son bioluminiscentes y además son atraídos naturalmente por las luces (Imber, 1975). Esta atracción a las luces puede también provocar que las aves vuelen en círculos alrededor de las embarcaciones, usando energía adicional, demorando su migración o su alimentación, lo que puede resultar en inanición (Bourne, 1979).

Categorías Presencia de Colonias

Tomando como base el trabajo realizado por Pichegru et al. (2017) sobre Pingüinos se tomó como referencia para establecer una mayor sensibilidad ante el proyecto si la especie cuenta con colonias a menor de 100 km.

- 0 Alejada. Se consideró que se encuentran a mas de 100 km de las zona del proyecto
- 2 Próxima. Se consideró que la especie presenta colonias a menos de 100 km del límite de la zona de prospección.



Tabla 13. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto.

| Orden | Familia | Nombre común | Nombre científico | Presencia | CAT-AR 2015 ¹ | UICN-2020 ² | Sensibilidad Auditiva | Probabilidad de Colisión / Enganche | Colonias |
|-------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|
| Spheniciformes | Spheniscidae | Pingüino rey | <i>Aptenodytes patagonicus</i> | Frecuente | NA | LC | P | No | alejadas |
| | | Pingüino emperador | <i>Aptenodytes forsteri</i> | Sin presencia confirmada | VU | NT | P | No | alejadas |
| | | Pingüino de barbijo | <i>Pygoscelis antarcticus</i> | Sin presencia confirmada | VU | LC | P | No | alejadas |
| | | Pingüino patagónico | <i>Spheniscus magellanicus</i> | Frecuente y Abundante | VU | NT | P | No | alejadas |
| | | Pingüino macaroni | <i>Eudyptes chrysolophus</i> | Frecuente | AM | VU | P | No | alejadas |
| | | Pingüino penacho amarillo | <i>Eudyptes chrysocome</i> | Frecuente | EN | VU | P | No | alejadas |
| Procellariiformes | Diomedidae | Albatros real del sur | <i>Diomedea epomophora</i> | Frecuente | VU | VU | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros real del norte | <i>Diomedea sanfordi</i> | Frecuente | VU | EN | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros errante | <i>Diomedea exulans</i> | Frecuente y Abundante | AM | VU | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros de Tristán | <i>Diomedea dabbenena</i> | Frecuente | NA(oc) | CR | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros oscuro | <i>Phoebastria fusca</i> | Frecuente y Abundante | NA(oc) | EN | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros manto claro | <i>Phoebastria palpebrata</i> | Frecuente | NA | NT | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros pico fino del Atlántico | <i>Thalassarche chlororhynchos</i> | Frecuente y Abundante | EN | EN | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros ceja negra | <i>Thalassarche melanophrys</i> | Frecuente y Abundante | VU | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros cabeza gris | <i>Thalassarche chrysostoma</i> | Frecuente | EC | EN | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros corona blanca | <i>Thalassarche cauta</i> | Frecuente | NA | NT | NB | Si | alejadas |
| | | Albatros corona blanca | <i>Thalassarche steadi</i> | Frecuente | NA(oc) | NT | NB | Si | alejadas |
| | Procelariidae | Petrel gigante del sur | <i>Macronectes giganteus</i> | Frecuente y Abundante | VU | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel gigante del norte | <i>Macronectes halli</i> | Frecuente y Abundante | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel plateado | <i>Fulmarus glacialis</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel damero | <i>Daption capense</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel collar gris | <i>Pterodroma mollis</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel cabeza parda | <i>Pterodroma incerta</i> | Frecuente y Abundante | NA | EN | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel cabeza blanca | <i>Pterodroma lessonii</i> | Frecuente | NA(oc) | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel de Trinidad | <i>Pterodroma arminjoniana</i> | Frecuente | NA(oc) | VU | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel azulado | <i>Halobaena caerulea</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Prión pico grande | <i>Pachyptila desolata</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Prión pico fino | <i>Pachyptila belcheri</i> | Frecuente | VU | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Petrel ceniciento | <i>Procellaria cinerea</i> | Frecuente | NA(oc) | NT | B | Si | alejadas |
| | | Petrel barba blanca | <i>Procellaria aequinoctialis</i> | Frecuente y Abundante | AM | VU | B | Si | alejadas |
| | | Pardela cenicienta canaria | <i>Calonectris borealis</i> | Frecuente | NA | LC | B | Si | alejadas |
| | | Pardela grande | <i>Calonectris diomedea</i> | Frecuente | NA | LC | B | Si | alejadas |
| | | Pardela oscura | <i>Ardenna grisea</i> | Frecuente y Abundante | NA | NT | B | Si | alejadas |
| | | Pardela cabeza negra | <i>Ardenna gravis</i> | Frecuente y Abundante | NA | LC | B | Si | alejadas |
| | | Pardela boreal | <i>Puffinus puffinus</i> | Frecuente | NA | LC | B | Si | alejadas |
| | | Pardela chica | <i>Puffinus assimilis</i> | Frecuente | IC | LC | B | Si | alejadas |
| | Hydrobatidae | Paíño vientre blanco | <i>Fregetta grallaria</i> | Frecuente | NA(oc) | LC | NB | No | alejadas |

| Orden | Familia | Nombre común | Nombre científico | Presencia | CAT-AR 2015 ¹ | UICN-2020 ² | Sensibilidad Auditiva | Probabilidad de Colisión / Enganche | Colonias |
|-----------------|----------------|---------------------|--|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|
| | | Paiño vientre negro | <i>Fregetta tropica</i> | Frecuente | NA | LC | NB | No | alejadas |
| | | Paíño común | <i>Oceanites oceanicus</i> | Frecuente y Abundante | NA | LC | NB | No | alejadas |
| | | Paíño cara blanca | <i>Pelagodroma marina</i> | Frecuente | NA(oc) | LC | NB | No | alejadas |
| Pelecaniformes | Pelecanoididae | Yunco común | <i>Pelecanoides urinatrix</i> | Sin presencia confirmada | NA | LC | B | No | alejadas |
| Charadriiformes | Stercorariidae | Escúa común | <i>Stercorarius chilensis</i> | Frecuente | EN | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Escúa parda | <i>Catharacta antárctica (=Stercorarius antarcticus)</i> | Frecuente | VU | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Escúa Polar | <i>Catharacta maccormicki</i> | Frecuente | AM | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Salteador grande | <i>Catharacta pomarinus</i> | Frecuente | NA(oc) | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Salteador chico | <i>Stercorarius parasiticus</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Salteador coludo | <i>Stercorarius longicaudus</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | Laridae | Gaviotín ártico | <i>Sterna paradisaea</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |
| | | Gaviotín antártico | <i>Sterna vittata</i> | Frecuente | NA | LC | NB | Si | alejadas |

¹ Res. MADS 795/17 Ref. Fauna Silvestre – Categorización del Estado de Conservación de Aves autóctonas 2015. 13/11/2017 (BO 14/11/2017). EP en peligro, A amenazada, V vulnerable, NA no amenazada, NA (oc) no amenazada porque es de ocurrencia ocasional, IC insuficientemente conocida. (<https://avesargentinas.org.ar/sites/default/files/Categorizacion-de-aves-de-la-Argentina.pdf>)

² IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2020-1: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción (www.iucnredlist.org): CR en peligro crítico, EN peligro, VU vulnerable, NT casi amenazada o bajo riesgo, LC preocupación menor (no amenazada).



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 14. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

| Criterio | Score |
|--|-------|
| Presencia | |
| Sin registros confirmados | 1 |
| Frecuente | 2 |
| Frecuente y abundante | 3 |
| Valor de conservación | |
| NA / LC | 1 |
| NT / VU | 2 |
| CR / EP / EN / A | 3 |
| Sensibilidad auditiva | |
| No Buceadores (P) | 1 |
| Buceadores superficiales (B) | 2 |
| Buceadores en profundidad (NB) | 3 |
| Probabilidad de Colisión / Enganche | |
| Baja | 0 |
| Alta | 1 |
| Presencia Colonias | |
| Alejadas | 0 |
| Próximas | 2 |

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$\text{ISP o Suma Relativa} = S_j / f_{\text{max}}$$

Siendo S_j el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde f_{max} representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de las aves este valor puede variar entre 0,25 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 12, por lo que la suma normalizada divide por 12).

Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso correspondieron al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,5 y 0,75.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció para ser de baja sensibilidad una especie debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada
- No ser buceadores, presentando menor sensibilidad auditiva
- No ser consideradas con riesgo de colisión
- No presentar colonias cercanas



De esto modo, el resto de las clasificaciones quedan clasificadas como de moderada o alta sensibilidad.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

| Suma relativa (ISP) | Sensibilidad |
|-------------------------|--------------|
| < 0,3 | baja |
| $\geq 0,3$ y $\leq 0,7$ | moderada |
| > 0,7 | alta |



Tabla 15. Valoración de Criterios

| Orden | Familia | Nombre común | Nombre científico | Presencia | Valor de Conservación | Sensibilidad Auditiva | Probabilidad de Colisión / Enganche | Colonias | Suma Relativa |
|-------------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|---------------|
| Spheniciformes | Spheniscidae | Pingüino rey | <i>Aptenodytes patagonicus</i> | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0,50 |
| | | Pingüino emperador | <i>Aptenodytes forsteri</i> | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0,50 |
| | | Pingüino de barbijo | <i>Pygoscelis antarcticus</i> | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0,50 |
| | | Pingüino patagónico | <i>Spheniscus magellanicus</i> | 3 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0,67 |
| | | Pingüino macaroni | <i>Eudyptes chrysolophus</i> | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0,67 |
| | | Pingüino penacho amarillo | <i>Eudyptes chrysocome</i> | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0,67 |
| Procellariiformes | Diomedidae | Albatros real del sur | <i>Diomedea epomophora</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Albatros real del norte | <i>Diomedea sanfordi</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Albatros errante | <i>Diomedea exulans</i> | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,67 |
| | | Albatros de Tristán | <i>Diomedea dabbenena</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Albatros oscuro | <i>Phoebastria fusca</i> | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,67 |
| | | Albatros manto claro | <i>Phoebastria palpebrata</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Albatros pico fino del Atlántico | <i>Thalassarche chlororhynchos</i> | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,67 |
| | | Albatros ceja negra | <i>Thalassarche melanophris</i> | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Albatros cabeza gris | <i>Thalassarche chrysostoma</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Albatros corona blanca | <i>Thalassarche cauta</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Albatros corona blanca | <i>Thalassarche steadi</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | Procelariidae | Petrel gigante del sur | <i>Macronectes giganteus</i> | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Petrel gigante del norte | <i>Macronectes halli</i> | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Petrel plateado | <i>Fulmarus glacialis</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Petrel damero | <i>Daption capense</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Petrel collar gris | <i>Pterodroma mollis</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Petrel cabeza parda | <i>Pterodroma incerta</i> | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,67 |
| | | Petrel cabeza blanca | <i>Pterodroma lessonii</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Petrel de Trinidad | <i>Pterodroma arminjoniana</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Petrel azulado | <i>Halobaena caerulea</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Prión pico grande | <i>Pachyptila desolata</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Prión pico fino | <i>Pachyptila belcheri</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Petrel ceniciento | <i>Procellaria cinerea</i> | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Petrel barba blanca | <i>Procellaria aequinoctialis</i> | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0,75 |
| | | Pardela cenicienta canaria | <i>Calonectris borealis</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Pardela grande | <i>Calonectris diomedea</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Pardela oscura | <i>Ardenna grisea</i> | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0,67 |
| | | Pardela cabeza negra | <i>Ardenna gravis</i> | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Pardela boreal | <i>Puffinus puffinus</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Pardela chica | <i>Puffinus assimilis</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0,50 |
| | Hydrobatidae | Paíño vientre blanco | <i>Fregetta grallaria</i> | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,33 |
| | | Paíño vientre negro | <i>Fregetta tropica</i> | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,33 |
| | | Paíño común | <i>Oceanites oceanicus</i> | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,42 |
| | | Paíño cara blanca | <i>Pelagodroma marina</i> | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,33 |
| Pelecaniformes | Pelecanoididae | Yunco común | <i>Pelecanoides urinatrix</i> | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0,33 |

| Orden | Familia | Nombre común | Nombre científico | Presencia | Valor de Conservación | Sensibilidad Auditiva | Probabilidad de Colisión / Enganche | Colonias | Suma Relativa |
|-----------------|----------------|--------------------|---|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|---------------|
| Charadriiformes | Stercorariidae | Escúa común | <i>Stercorarius chilensis</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Escúa parda | <i>Catharacta antártica (=Stercorarius antarcticus)</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,50 |
| | | Escúa polar | <i>Catharacta maccormicki</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0,58 |
| | | Salteador grande | <i>Catharacta pomarinus</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Salteador chico | <i>Stercorarius parasiticus</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Salteador coludo | <i>Stercorarius longicaudus</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | Laridae | Gaviotín ártico | <i>Sterna paradisaea</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |
| | | Gaviotín antártico | <i>Sterna vittata</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,42 |



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Buceadores de profundidad (P). Incluyen a todas las especies presentes del orden Sphenisciformes. Son predadores bentónicos, que bucean a profundidades generalmente menores de 50 m pero que pueden superar los 150 m, con la particularidad que la ingesta del alimento se realiza completamente bajo el agua. Esta característica le otorga una especial sensibilidad frente al proyecto.

En época de cría, pueden alejarse más de 100 km de las colonias en las salidas diarias de alimentación. Pichegru et al. (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus*), antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D observando que los pingüinos mostraron comportamiento de evasión fuerte de sus áreas de alimentación habituales durante la actividad sísmica, alimentándose significativamente más lejos del buque sísmico mientras este estaba en operación.

La sensibilidad en la zona de estudio para las 6 especies de pingüinos de presencia potencial en el área quedó clasificada como moderada. De las especies identificadas el más probable en la zona es el pingüino patagónico. Salvo el pingüino rey, todas las especies están con alguna categoría de amenaza y cuentan con protección legal. Pueden estar presentes en el área de influencia del proyecto durante sus migraciones otoñales hacia el norte del área de confluencia y también al regresar a sus colonias reproductivas a fines del invierno. Tienen capacidad de evasión, pudiendo sumergirse y nadar rápidamente alejándose velozmente de la fuente de disturbio.

Buceadores superficiales (B). Este grupo está compuesto por pardelas y petreles buceadores, que son Procellariiformes de mediano y pequeño tamaño. Una porción significativa de su tiempo lo pasan bajo el agua persiguiendo a sus presas. Las especies del grupo se caracterizan por presentar buceo en horas de poca luz. Bucean típicamente en aguas abiertas de manera superficial, entre los 2 a 5 m, pudiendo llegar hasta 15-20 m con inmersiones numerosas y de poca duración. De esta manera, si bien no tanto como el grupo anterior, este grupo también puede verse afectado por las ondas sonoras que se generan durante la sísmica.

Las especies de este grupo fueron clasificadas en líneas generales como de moderada sensibilidad, por ser frecuentes en la zona, bucear, aunque a menores profundidades que los pingüinos y por ser el grupo seguidor de barcos y que puede presentar riesgo de colisión o enganche.

El grupo B está representado principalmente por el petrel barba blanca, la pardela oscura y por la pardela cabeza negra, que son de las especies con mayor abundancia en la zona. Bucean zambulléndose a poca profundidad para capturar su alimento entre cardúmenes, típicamente de atunes y calamares para la zona. Resulta importante remarcar la situación del petrel barba blanca, el que además de ser abundante se encuentra con un elevado grado de amenaza. Por esta razón su sensibilidad ante el proyecto se considera como alta durante los meses más cálidos (Tabla 16). Esta especie es considerada como Amenazada a nivel local pero Vulnerable a nivel regional.



No buceadores (NB). Este grupo está formado Procellariiformes de mediano a gran tamaño y Charadriiformes. Se caracterizan por ser predadores zambullidores superficiales que se alimentan en la superficie (0-1 m), o especies carroñeras que comen cadáveres y restos que dejan otras especies. En general no son buceadores y los que se sumergen realizan buceos cortos que no sobrepasan los 5 m, aunque algunas especies pueden alcanzar profundidades mayores. Muchas especies son conocidas por ser seguidoras de barcos. En especial las carroñeras aprovechan los desechos de las operatorias pesqueras. Los individuos pueden quedar enganchados en los artes de pesca, pero también entre los cables y aparejos, cuando son atraídos por las luces nocturnas de las embarcaciones.

En el área de influencia este grupo está compuesto por la mayoría de las especies registradas, con especies de Procellariiformes de las familias Diomedidae (albatros), Procellariidae (petreles gigantes), Hydrobatidae (paiños) y Characiformes de las Familias Laridae (gaviotines) y Stercorariidae (saltadores y escúas). La sensibilidad quedó definida como moderada para todas las especies.

Resulta importante mencionar que los albatros están todos en categorías de amenaza tanto nacional como internacional, como así también muchos de los petreles, debido a la disminución de sus poblaciones por efectos de la pesca incidental. Los estudios más recientes sugieren evitación, pero esa puede ser dependiente de la respuesta de sus presas.

Si bien no se cuenta con información auditiva para los grupos B y NB, distintos trabajos realizados por observadores a bordo durante prospecciones sísmicas mar afuera pueden dar cuenta de cambios en el comportamiento durante la etapa de sonorización.

De acuerdo con Favero et al. (2005), la riqueza específica de aves pelágicas (individuos reproductivos) en el Mar Argentino presenta picos de abundancia observados generalmente entre mayo y octubre, en algunos casos alcanzando aguas costeras. Las abundancias son mayores donde el gradiente de temperatura coincide con el talud, como ocurre a lo largo del borde noroeste de la Corriente de Malvinas. Esta zona ejerce una atracción particular sobre las aves marinas debido a la concentración de organismos planctónicos, peces y cefalópodos que se alimentan y reproducen en dichas aguas (Orgeira, 2001).

La siguiente Tabla resume la información sobre presencia temporal de cada especie en el área de influencia del proyecto. Las estimaciones de abundancias temporal en el área están inferidas en la interpretación de los ciclos reproductivos, la localización de las áreas de nidificación, el comportamiento alimenticio durante la etapa de cría, y el de los registros satelitales publicados de individuos tanto reproductivos como no reproductivos, cuando se informa la época de análisis correspondiente al área de influencia de este proyecto. Tampoco se han realizado separaciones entre individuos reproductivos y no reproductivos, ni entre sexos, que pueden presentar patrones muy diferenciales.



Tabla 16. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris claro ocasional. 1-12 corresponden a los meses del año.

| Nombre científico | Nombre común | Presencia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Referencias |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| <i>Aptenodytes patagonicus</i> | Pingüino rey | 2 | | | | | | | | | | | | | Barquete et al 2006, Kylin 2013 |
| <i>Aptenodytes forsteri</i> | Pingüino emperador | 1 | | | | | | | | | | | | | Sin datos |
| <i>Pygoscelis antarcticus</i> | Pingüino de barbijo | 1 | | | | | | | | | | | | | Sin datos |
| <i>Spheniscus magellanicus</i> | Pingüino patagónico | 3 | | | | | | | | | | | | | Atlas del Mar Patagónico, OBIS, Barquete et al 2006 |
| <i>Eudyptes chrysolophus</i> | Pingüino macaroni | 2 | | | | | | | | | | | | | Veit 1995, Sick 1997, Barquete et al 2006 |
| <i>Eudyptes chrysocome</i> | Pingüino penacho amarillo | 2 | | | | | | | | | | | | | Putz et al 2002, Costa2016, Veit 1995, Barquete et al 2006 |
| <i>Diomedea epomophora</i> | Albatros real del sur | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database |
| <i>Diomedea sanfordi</i> | Albatros real del norte | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database, Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Diomedea exulans</i> | Albatros errante | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database, Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Diomedea dabbenena</i> | Albatros de Tristán | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database |
| <i>Phoebastria fusca</i> | Albatros oscuro | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database |
| <i>Phoebastria palpebrata</i> | Albatros manto claro | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Seabird tracking database, Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Thalassarche chlororhynchos</i> | Albatros pico fino del Atlántico | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Kylin 2013 |
| <i>Thalassarche melanophrys</i> | Albatros ceja negra | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Atlas del Mar Patagónico, Carneiro et al 2020, Copello et al 2013, Orgeira 2001 |
| <i>Thalassarche chrysostoma</i> | Albatros cabeza gris | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Atlas del Mar Patagónico, Clay et al 2016 |
| <i>Thalassarche cauta</i> | Albatros corona blanca | 2 | | | | | | | | | | | | | Savigny y Carbajal 2015, Seco Pon y Tamini 2013, ACAP |
| <i>Thalassarche steadi</i> | Albatros corona blanca | 2 | | | | | | | | | | | | | Savigny y Carbajal 2015, Seco Pon y Tamini 2013 |
| <i>Macronectes giganteus</i> | Petrel gigante del sur | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Quintana et al 2005, Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Macronectes halli</i> | Petrel gigante del norte | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Fulmarus glacialis</i> | Petrel plateado | 2 | | | | | | | | | | | | | Seabird tracking database, Kylin 2013 |
| <i>Daption capense</i> | Petrel damero | 2 | | | | | | | | | | | | | Seabird tracking database, Kylin 2013 |
| <i>Pterodroma mollis</i> | Petrel collar gris | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Ramos et al 2017 |
| <i>Pterodroma incerta</i> | Petrel cabeza parda | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Veit 1995, Orgeira 2001, Pastor-Prieto et al, 2019, Ramos et al 2017 |
| <i>Pterodroma arminjoniana</i> | Petrel de Trinidad | 2 | | | | | | | | | | | | | Ramos et al 2017, Krüger et al 2016, Savigny et al 2005, GBIF. |
| <i>Halobaena caerulea</i> | Petrel azulado | 2 | | | | | | | | | | | | | Quillfeldt et al 2017 |
| <i>Pachyptila desolata</i> | Prión pico grande | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Navarro et al 2015, Quillfeldt et al 2013, Quillfeldt et al 2017 |
| <i>Pachyptila belcheri</i> | Prión pico fino | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Kylin 2013, Quillfeldt et al 2017 |
| <i>Procellaria cinerea</i> | Petrel ceniciento | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Orgeira 2001 |

| Nombre científico | Nombre común | Presencia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Referencias |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| <i>Procellaria aequinoctialis</i> | Petrel barba blanca | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Atlas del Mar Patagónico |
| <i>Calonectris borealis</i> | Pardela cenicienta canaria | 2 | | | | | | | | | | | | | Ramos et al., 2019 |
| <i>Calonectris diomedea</i> | Pardela grande | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Veit, 1995 |
| <i>Ardenna grisea</i> | Pardela oscura | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Veit, 1995; Seabird tracking database |
| <i>Ardenna gravis</i> | Pardela cabeza negra | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Seabird tracking database |
| <i>Puffinus puffinus</i> | Pardela boreal | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Seabird tracking database |
| <i>Puffinus assimilis</i> | Pardela chica | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS |
| <i>Fregetta grallaria</i> | Paíño vientre blanco | 2 | | | | | | | | | | | | | Kylin, 2013; Orgeira, 2001 |
| <i>Fregetta tropica</i> | Paíño vientre negro | 2 | | | | | | | | | | | | | Kylin 2013 |
| <i>Oceanites oceanicus</i> | Paíño común | 3 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Quillfeldt et al., 2015; Veit, 1995 |
| <i>Pelagodroma marina</i> | Paíño cara blanca | 2 | | | | | | | | | | | | | Olney y Scofield, 2010; Montalti y Orgeira, 1997; Veit 1988; Kylin 2013 |
| <i>Pelecanoides urinatrix</i> | Yunco común | 1 | | | | | | | | | | | | | Fromant et al., 2020 |
| <i>Catharacta chilensis</i> | Escúa común | 2 | | | | | | | | | | | | | datos de marcación |
| <i>Catharacta antártica</i> | Escúa parda | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS; Phillips et al., 2007 |
| <i>Catharacta maccormicki</i> | Escúa polar | 2 | | | | | | | | | | | | | Kopp et al., 2011; Kylin, 2013, Weimerskirch et al., 2015 |
| <i>Catharacta pomarinus</i> | Salteador grande | 2 | | | | | | | | | | | | | Kylin, 2013 |
| <i>Stercorarius parasiticus</i> | Salteador chico | 2 | | | | | | | | | | | | | Gilg et al., 2013; Kylin, 2013 |
| <i>Stercorarius longicaudus</i> | Salteador coludo | 2 | | | | | | | | | | | | | Gilg et al., 2013; Veit, 1985; Kylin, 2013 |
| <i>Sterna paradisaea</i> | Gaviotín ártico | 2 | | | | | | | | | | | | | OBIS, Egevang et al., 2010; Hromádková et al., 2020; Seabird tracking database |
| <i>Sterna vittata</i> | Gaviotín antártico | 2 | | | | | | | | | | | | | Sterna vittata https://www.freebirds.com.ar/315.htm |
| | | | | | | | | | | | | | | | epoca de mayor observacion de albatros en esta zona según Domingo et al., 2017 |



De este modo, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia del proyecto es un área muy importante de alimentación para las aves marinas durante todo el año y también como área de paso para migradores interhemisféricos. No obstante, las especies presentes no se reproducen en alta mar, teniendo sus lugares de nidificación y crianza a cientos o miles de kilómetros de sus áreas de alimentación. En tal sentido, se concluye que este grupo presenta una sensibilidad media a lo largo de todo el año para el área de operación y de influencia directa del proyecto, volviéndose más importante en el sector del frente del talud (el cual se localiza a 30 km de las zonas de prospección y a 17 km de la zona de influencia directa).

Si bien Favero et al (2005), identifican que la riqueza específica de aves pelágicas en el Mar Argentino presenta picos de abundancia observados generalmente entre mayo y octubre, los datos de individuos marcados juveniles y adultos no reproductivos muestran que pueden estar también presente en otras épocas. En el caso de los pingüinos, las especies identificadas pueden estar presentes en el área de influencia durante sus migraciones otoñales hacia el norte del área de confluencia y también al regresar a sus colonias reproductivas a fines del invierno.

1.3.6 Mamíferos Marinos

Se contabilizaron 41 especies potencialmente presentes para el Área de Estudio Detallada, con ocurrencias confirmadas para sólo 13 de ellas. Para los Pinnípedos (Carnivora) se han registrado cuatro especies: el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*), el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescentes*) y el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*). En cuanto a los Cetáceos (Cetartiodactyla), hay ocurrencias registradas para 4 especies de ballenas – la ballena franca, la ballena azul, la ballena sei y la ballena fin, 4 especies de delfines – el calderón o delfín piloto (*Globicephala melas*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) y la orca (*Orcinus orca*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

Cuatro de las especies de presencia confirmada en el área de influencia se encuentran amenazadas. Para Argentina la ballena azul y la fin están en peligro de extinción (EN), pero a nivel global (UICN) la ballena fin es sólo vulnerable (VU). El cachalote es vulnerable en ambas categorizaciones, mientras que es delfín nariz de botella es vulnerable para Argentina, pero no está amenazado a nivel global. Si bien presenta una baja probabilidad de presencia en el área de influencia, se destaca la ballena sei (*Balaenoptera borealis*), por ser considerada por ambas denominaciones como en peligro de extinción.

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto. Como punto de partida para el análisis de sensibilidad se incluyeron 3 criterios considerados claves para comprender la sensibilidad de las especies frente al proyecto:

- Presencia
- Estado de Conservación
- Sensibilidad Auditiva

Estos 3 criterios fueron considerados con la misma importancia por lo que se estableció que debían ser evaluados con la misma escala de valoración, la cual se definió entre 1 y 3. En ningún caso se consideró una valoración nula, ya que la sola identificación le otorga una valoración.



Luego, se sumó 1 criterio adicional de relevancia para este grupo en particular:

- Zona de Cría o Reproducción

Es este caso si se consideró la valoración nula.

Categorías de presencia

Como fuera mencionado en el Capítulo 5 se elaboró una lista de especies de mamíferos marinos probables para al área de influencia a partir de los mapas de distribución globales o regionales presentes en libros de referencia, guías de campo y portales (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.4.1 del Capítulo 5). Se confirmó la ocurrencia de dichas especies mediante consultas a bases de datos abiertos de ocurrencias georreferenciadas y publicaciones recientes sobre dichas especies.

En base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia.

- 1 Especie sólo informada a través de mapas de distribución global.
- 2 Especie para la cual se cuenta con entre 1 a 5 publicaciones que presentan datos de ocurrencia de la misma
- 3 Especie con más de 5 publicaciones con datos de ocurrencia de las mismas y/o también estimaciones de abundancia o épocas más frecuentes.

Categorías de estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se definió considerar tanto la valoración nacional como internacional (ver detalle de fuentes consultadas en el Punto 4.3.4.2 del Capítulo 5). Si bien los esquemas son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Ante esta situación se definió adoptar aquella más conservativa, asignándole la mayor valoración de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Especie con preocupación menor o no amenazada (LC – NA)
- 2 Se encuentra considerada vulnerable o casi amenazada (VU – NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR / EN / EP / A)

Ciertas especies han sido clasificadas con Datos Insuficientes en ambas valoraciones. En todos los casos se trató de especies incluídas en el análisis ya que la zona de estudio quedaba incluida dentro de su rango de distribución general, pero no se encontraron reportes puntuales para dicha área. En tal sentido, se definió otorgarle la menor valoración.

En el caso de la Ballena franca austral, por ser considera monumento natural se le asignó también la mayor valoración.

Categorías Sensibilidad Auditiva

Los mamíferos marinos dependen del sonido para comunicarse, localizar presas, evitar predadores y obtener información sobre su entorno (Richardson et al., 1995, Tyack, 2008). El estado de conocimiento sobre los efectos del sonido antropogénico en mamíferos marinos, particularmente los de prospección sísmica, ha sido resumido en numerosos trabajos, como Southall et al., 2019, las guías de NMFS (2018), y de la CMS (Prideaux, 2016), las revisiones de Finneran (2015), Southall et al., 2007, y Erbe et al (2016). La mayoría de los enunciados que se presentan a continuación están basados en dichos documentos, con referencias adicionales para las especies presentes en el área de influencia del proyecto.

Las especies están agrupadas teniendo en cuenta su rango de frecuencia audible (conocido o sospechado) la sensibilidad auditiva, la anatomía del oído y la ecología acústica (es decir, cómo utilizan el sonido). Los grupos que se consideran aquí están basados en la publicación de Southall et al. (2007) actualizada con información más reciente dada por Southall et al., 2019. Las descripciones de cada grupo están tomadas mayoritariamente de NMFS (2018) y de Finneran (2016), donde se presentan descripciones más completas de los mecanismos de audición, audiogramas generalizados y funciones de filtro para evaluar como percibirían dichos grupos un sonido antropogénico determinado.

Las siglas para cetáceos siguen las denominaciones en inglés del trabajo de Southall et al. (2019) pero para carnívoros se han mantenido las de NMFS (2018). La Tabla 6 presenta los grupos auditivos con sus rangos generalizados de audición y las especies o taxones correspondientes que están presentes en el área de influencia.

Tabla 17. Grupos auditivos con sus rangos de audición y especies presentes miembros del grupo.
Fuente: modificado de Southall et al. (2019) y NMFS (2018), Melcon et al. (2019), con asignación de las especies correspondientes según las presentes en la zona de estudio.

| Código | Grupo | Rango auditivo generalizado | Taxones miembros del grupo |
|--------|---|-----------------------------|--|
| LF | Cetáceos de frecuencias bajas | 7 Hz a 35 kHz | Familia Balaenidae (ballena franca austral) Familia Balaenopteridae (ballenas, fin, azul) |
| | | | Familia Balaenopteridae (ballenas minke, sei, Familia Neobalaenidae (ballena franca pigmea) |
| HF | Cetáceos de frecuencias altas | 150 Hz a 160 kHz | Familia Ziphiidae (Zifios de Arnoux, Gray, Hector, Layard, Sheperd, Cuvier, nariz de botella austral) Familia Physeteridae (cachalote) Familia Delphinidae (orca) |
| | | | Familia Delphinidae (delfín común, de Risso, de Fraser, de Sheperd, moteado pantropical, listado, nariz de botella, liso austral, oscuro, calderón o piloto, orca pigmea, falsa orca) |
| VHF | Cetáceos de frecuencias muy altas | 275 Hz a 160 kHz | Familia Phocoenidae (marsopa de anteojos, marsopa espinosa) Familia Kogiidae (cachalote pigmeo, cachalote enano) Familia Delphinidae, especies de genero <i>Cephalorhynchus</i> (tonina overa) y <i>Lagenorhynchus</i> (delfín austral y delfín cruzado) |
| PW | Carnívoros Focidos | 50 Hz a 86 kHz | Familia Phocidae (foca leopardo, de Weddell, cangrejera, elefante marino del sur) |
| | | | Familia Phocidae (foca de Ross) |
| PO | Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros) | 60 Hz a 39 kHz | Familia Otariidae (lobo marino de un pelo, de dos pelos, de dos pelos subantártico, lobo fino Antártico, lobo marino de un pelo) . |



De este modo, se asignó la valoración en función de los grupos que podrían verse en mayor o menor medida afectados por el proyecto, considerando que las afectaciones más significativas se darían en las especies de mamíferos cuyo rango auditivo se superpusiera con el rango principal del proyecto. Como se indica en el Capítulo 4, el máximo de emisiones de la fuente de energía de aire comprimido se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

- 1 Sin Superposición
- 3 Con Superposición

Criterio Zona de Cría o Reproducción

- 0 No se reproduce en la zona
- 1 Con registros de cría en la zona
- 2 Se reproduce en la zona

Para el caso de aquellas especies para las cuales no se contaba con información se le asignó la mayor puntuación.



Tabla 18. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto.

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Presencia | CatAr-2019 ^a | UICN-2020-1 ^b | Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto | Reproducción |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---|------------------------------|
| Otaridae | <i>Arctocephalus australis</i> | Lobo marino de dos pelos | Frecuente y Abundante | LC | LC | PO (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Arctocephalus gazella</i> | Lobo fino antártico | Frecuente y Abundante | LC | LC | PO (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Arctocephalus tropicalis</i> | Lobo marino de dos pelos subantártico | Sin presencia confirmada | LC | LC | PO (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Otaria flavescens</i> | Lobo marino de un pelo | Frecuente | LC | LC | PO (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| Phocidae | <i>Hydrurga leptonyx</i> | Foca leopardo | Sin presencia confirmada | LC | LC | PW (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Leptonychotes weddellii</i> | Foca de Weddell | Sin presencia confirmada | LC | LC | PW (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Lobodon carcinophaga</i> | Foca cangrejera | Sin presencia confirmada | LC | LC | PW (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Mirounga leonina</i> | Elefante marino del sur | Frecuente y Abundante | LC | LC | PW (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| Balaenidae | <i>Eubalaena australis</i> | Ballena franca austral | Frecuente y Abundante | LC | LC | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| Balaenopteridae | <i>Balaenoptera acutorostrata</i> | Ballena minke enana | Sin presencia confirmada | DD | LC | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Balaenoptera bonaerensis</i> | Ballena Minke Antártica | Sin presencia confirmada | DD | NT | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Balaenoptera borealis</i> | Ballena Sei | Frecuente | EN | EN | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Balaenoptera edeni</i> | Ballena Bryde | Sin presencia confirmada | DD | LC | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Balaenoptera musculus</i> | Ballena azul | Frecuente | EN | EN | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Balaenoptera physalus</i> | Ballena fin | Frecuente | EN | VU | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| | <i>Megaptera novaeangliae</i> | Ballena jorobada | Frecuente | LC | LC | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| Neobalaenidae | <i>Caperea marginata</i> | Ballena franca pigmea | Sin presencia confirmada | DD | LC | LF (con superposición) | No se reproduce en la zona |
| Delphinidae | <i>Delphinus delphis</i> | Delfín común | Sin presencia confirmada | LC | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Feresa attenuata</i> | Orca pigmea | Sin presencia confirmada | NA | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Globicephala melas</i> | Delfín piloto | Frecuente | LC | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Grampus griseus</i> | Delfín de Risso | Sin presencia confirmada | LC | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Lagenorhynchus australis</i> | Delfín austral | Sin presencia confirmada | LC | LC | VHF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Lagenodelphis hosei</i> | Delfín de Fraser | Sin presencia confirmada | DD | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Lagenorhynchus cruciger</i> | Delfín cruzado | Sin presencia confirmada | DD | LC | VHF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Lagenorhynchus obscurus</i> | Delfín oscuro | Frecuente | LC | LC | VHF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Lissodelphis peronii</i> | Delfín liso austral | Sin presencia confirmada | DD | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Orcinus orca</i> | Orca | Frecuente | LC | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Pseudorca crassidens</i> | Falsa Orca | Sin presencia confirmada | DD | NT | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Stenella attenuata</i> | Delfín moteado antropical | Sin presencia confirmada | NA | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Stenella coeruleoalba</i> | Delfín listado | Sin presencia confirmada | LC | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Tursiops truncatus</i> | Delfín nariz de botella | Frecuente | VU ^c | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| Ziphiidae | <i>Berardius arnuxii</i> | Zifio de Arnoux | Sin presencia confirmada | DD | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Hyperoodon planifrons</i> | Zifio nariz de botella austral | Sin presencia confirmada | DD | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Mesoplodon grayi</i> | Zifio de Gray | Sin presencia confirmada | DD | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Mesoplodon hectori</i> | Zifio de Héctor | Sin presencia confirmada | DD | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Mesoplodon layardii</i> | Zifio de Layard | Sin presencia confirmada | DD | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Presencia | CatAr-2019 ^a | UICN-2020-1 ^b | Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto | Reproducción |
|--------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---|------------------------------|
| Kogidae | <i>Tasmacetus shepherdi</i> | Zifio de Shepherd | Sin presencia confirmada | DD | DD | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Ziphius cavirostris</i> | Zifio de Cuvier | Sin presencia confirmada | DD | LC | HF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Kogia breviceps</i> | Cachalote pigmeo | Sin presencia confirmada | DD | DD | VHF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| | <i>Kogia sima</i> | Cachalote enano | Sin presencia confirmada | NA | DD | VHF (sin superposición) | sin datos sobre reproducción |
| Physeteridae | <i>Physeter macrocephalus</i> | Cachalote | Frecuente y Abundante | VU | VU | HF (sin superposición) | No se reproduce en la zona |

^a Categorización de los Mamíferos de Argentina según su Riesgo de Extinción - 2019 (CAT-Ar) (<http://cma.sarem.org.ar/es/especies-nativas>) : CR en peligro crítico, EN en peligro, VU vulnerable, LC preocupación menor NA no amenazada, DD Datos Insuficientes.

^b UICN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2020-1: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción (www.iucnredlist.org) : CR en peligro crítico, EN en peligro, VU vulnerable, NT casi amenazada o bajo riesgo, LC preocupación menor (no amenazada), DD Datos Insuficientes.

^c En aguas Argentinas co-ocurrirían dos poblaciones de *Tursiops truncatus*: *T. t. gephyreus* corresponde a la población presente en Bahía San Antonio, Río Negro y tiene categoría EN, que difiere genéticamente de *T. t. truncatus* que forma las poblaciones de Uruguay y sur de Brasil y para la cual no se cuenta con información para categorizarla (DD).

Tabla 19. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

| Criterio | Score |
|----------------------------------|-------|
| Presencia | |
| Sin registros confirmados | 1 |
| Frecuente | 2 |
| Frecuente y abundante | 3 |
| Valor de conservación | |
| NE, DD, LC | 1 |
| NT - VU | 2 |
| EN - CR - Patrimonio | 3 |
| Sensibilidad auditiva | |
| Sin superposición | 1 |
| Con superposición | 3 |
| Reproducción y Cría | |
| No se reproduce en la zona | 0 |
| Con registros de cría en la zona | 1 |
| Se reproduce en la zona | 2 |

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$\text{ISP o Suma Relativa} = S_j / f_{\text{max}}$$

Siendo S_j el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde f_{max} representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de las aves este valor puede variar entre 0,27 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 11, por lo que la suma normalizada divide por 11).

Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso correspondieron al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,5 y 0,75.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció para ser de baja sensibilidad una especie debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada
- Su rango auditivo no se superpone con el rango de presencia principal
- La zona del proyecto no se superpone con un área de cría o reproducción

De esto modo, el resto de las clasificaciones quedan clasificadas como de moderada o alta sensibilidad.



En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

| Suma relativa (ISP) | Sensibilidad |
|-------------------------|--------------|
| < 0,3 | baja |
| $\geq 0,3$ y $\leq 0,7$ | moderada |
| > 0,7 | alta |



Tabla 20. Valoración de Criterios.

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Presencia | Valor de Conservación | Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto | Reproducción | Suma relativa |
|-----------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------------------|---|--------------|---------------|
| Carnívora | Otaridae | <i>Arctocephalus australis</i> | Lobo marino de dos pelos | 3 | 1 | 3 | 0 | 0,64 |
| | | <i>Arctocephalus gazella</i> | Lobo fino antártico | 3 | 1 | 3 | 0 | 0,64 |
| | | <i>Arctocephalus tropicalis</i> | Lobo marino de dos pelos subantártico | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Otaria flavescens</i> | Lobo marino de un pelo | 2 | 1 | 3 | 0 | 0,55 |
| | Phocidae | <i>Hydrurga leptonyx</i> | Foca leopardo | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Leptonychotes weddellii</i> | Foca de Weddell | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Lobodon carcinophaga</i> | Foca cangrejera | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Mirounga leonina</i> | Elefante marino del sur | 3 | 1 | 3 | 0 | 0,64 |
| Cetartiodactyla | Balaenidae | <i>Eubalaena australis</i> | Ballena franca austral | 3 | 3 | 3 | 0 | 0,82 |
| | Balaenopteridae | <i>Balaenoptera acutorostrata</i> | Ballena minke enana | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Balaenoptera bonaerensis</i> | Ballena Minke Antártica | 1 | 2 | 3 | 0 | 0,55 |
| | | <i>Balaenoptera borealis</i> | Ballena Sei | 2 | 3 | 3 | 0 | 0,73 |
| | | <i>Balaenoptera edeni</i> | Ballena Bryde | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | | <i>Balaenoptera musculus</i> | Ballena azul | 2 | 3 | 3 | 0 | 0,73 |
| | | <i>Balaenoptera physalus</i> | Ballena fin | 2 | 3 | 3 | 0 | 0,73 |
| | | <i>Megaptera novaeangliae</i> | Ballena jorobada | 2 | 1 | 3 | 0 | 0,55 |
| | Neobalaenidae | <i>Caperea marginata</i> | Ballena franca pigmea | 1 | 1 | 3 | 0 | 0,45 |
| | Delphinidae | <i>Delphinus delphis</i> | Delfín común | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Feresa attenuata</i> | Orca pigmea | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Globicephala melas</i> | Delfín piloto | 2 | 1 | 1 | 2 | 0,55 |
| | | <i>Grampus griseus</i> | Delfín de Risso | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Lagenorhynchus australis</i> | Delfín austral | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Lagenodelphis hosei</i> | Delfín de Fraser | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Lagenorhynchus cruciger</i> | Delfín cruzado | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Lagenorhynchus obscurus</i> | Delfín oscuro | 2 | 1 | 1 | 2 | 0,55 |
| | | <i>Lissodelphis peronii</i> | Delfín liso austral | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Orcinus orca</i> | Orca | 2 | 1 | 1 | 2 | 0,55 |
| | | <i>Pseudorca crassidens</i> | Falsa Orca | 1 | 2 | 1 | 2 | 0,55 |
| | | <i>Stenella attenuata</i> | Delfín moteado antropical | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Stenella coeruleoalba</i> | Delfín listado | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Tursiops truncatus</i> | Delfín nariz de botella | 2 | 2 | 1 | 2 | 0,64 |
| | Ziphiidae | <i>Berardius arnuxii</i> | Zifio de Arnoux | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Hyperoodon planifrons</i> | Zifio nariz de botella austral | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Mesoplodon grayi</i> | Zifio de Gray | 1 | 2 | 1 | 2 | 0,55 |
| | | <i>Mesoplodon hectori</i> | Zifio de Héctor | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Mesoplodon layardii</i> | Zifio de Layard | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Tasmacetus shepherdii</i> | Zifio de Shepherd | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Ziphius cavirostris</i> | Zifio de Cuvier | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | Kogiidae | <i>Kogia breviceps</i> | Cachalote pigmeo | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | | <i>Kogia sima</i> | Cachalote enano | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,45 |
| | Physeteridae | <i>Physeter macrocephalus</i> | Cachalote | 3 | 2 | 1 | 0 | 0,55 |

Cetáceos de frecuencias bajas (LF). Este grupo contiene todos los cetáceos del orden Mysticeti (ballenas, baleen whales). Aunque no se han realizado mediciones directas de la sensibilidad auditiva en ningún individuo del grupo, se ha estimado un rango de frecuencia audible de aproximadamente 10 Hz a 30 kHz a partir de las frecuencias de vocalización registradas, las reacciones observadas a la reproducción de los sonidos, los análisis anatómicos del sistema auditivo y modelizaciones considerando también las variaciones taxonómicas. Puede existir una división natural dentro de los mysticetos, con algunas especies que tienen una mejor sensibilidad a las frecuencias bajas como la ballena azul o ballena fin, y otras que tienen una mejor sensibilidad a las frecuencias más altas, como la ballena jorobada o la minke; sin embargo, no hay aun suficiente conocimiento para justificar la separación en más grupos. Distintos modelos señalan que el mejor rango de frecuencias para audición se encontraría por encima del límite inferior de sus frecuencias de vocalización.

Este grupo presenta una moderada a alta sensibilidad frente al proyecto, debido fundamentalmente a que el rango de audición estimado se superpone con el rango principal de frecuencias de la actividad sísmica propuesta.

La ballena franca austral es la más frecuente en la zona de estudio, que es un área de alimentación importante también para las otras especies de ballenas. Todas las especies están protegidas legalmente. No es área de cría para la ballena franca austral. Si bien se desconoce si lo es para otras especies, las referencias conocidas no la identifican como tal.

En relación a las especies clasificadas como alta sensibilidad, resulta importante mencionar que la ballena franca recibió la mayor valoración de conservación debido a que la misma es Patrimonio Mundial, pero la especie presenta preocupación menor tanto en Argentina como a Nivel Internacional. Al considerar esta situación la sensibilidad sería clasificada como moderada. Las otras 3 especies de ballenas clasificadas como de alta sensibilidad si presentan problemas de conservación. No obstante, no son consideradas abundantes en el sector analizado.

Varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales, que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al., 2007). Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración (Dunlop et al., 2013). Por lo tanto, los hábitats de alimentación y la época de reproducción son aspectos claves para evaluar el impacto sonoro a nivel poblacional.

Cetáceos de frecuencias altas (HF). Este grupo se caracteriza por una producción de sonidos compleja y la producción de clics de distintos tipos para ecolocalización de sus presas (clics BBHF, FM y MP, Fenton et al., 2014). A este grupo de cetáceos pertenece la mayoría de las especies de las familias Delphinidae (como el delfín común, el calderón o delfín piloto, la orca), la familia Ziphiidae (ej. Zifio de Hector) y de la familia Physiteridae (cachalote). La sensibilidad auditiva se ha medido directamente para un número de especies dentro de este grupo utilizando mediciones psicofísicas (de comportamiento) o de potencial de evocación auditiva (AEP).

Este grupo presenta una moderada sensibilidad frente al proyecto, debido fundamentalmente a que el rango de audición estimado para este grupo no se superpone con el rango principal de frecuencias de la actividad sísmica propuesta.



Si bien hay muchas especies probables para la zona de estudio, solo hay cinco consideradas frecuentes para la zona: la orca, el delfín oscuro, el calderon o delfín piloto, el cachalote y el delfín nariz de botella. El cachalote es el más abundante. Para las especies del grupo HF típicas de hábitats offshore se han hecho mediciones de desplazamientos y algunas medidas indirectas de disturbios como cambios en el comportamiento de vocalizaciones en zifios, delfines moteados atlánticos y delfines listados (Castellote, 2017). Los cachalotes expuestos de manera crónica a prospecciones sísmicas en el golfo de México no mostraron comportamiento de evitación, pero redujeron su velocidad de desplazamiento y también de alimentación (Miller et al., 2009).

Si bien se desconoce bastante las áreas reproductivas de estas especies, se pueden hacer algunas generalizaciones para ciertas especies. La distribución de los cachalotes está relacionada con la topografía (Pirotta et al., 2011) y los individuos solitarios usan el hábitat de manera distinta que en grupos. La ocurrencia de giros oceánicos y áreas de topografía variada como cañones y montes submarinos deben ser considerados siempre como áreas sensibles para los cetáceos, aunque no haya registros o éstos no sean abundantes. Dado que no se tiene información para el área de influencia del proyecto, es que se consideró la posibilidad que la misma sea zona de reproducción de estas especies, pudiendo estar sobreestimando la valoración realizada.

Cetáceos de frecuencias muy altas (VHF). Este grupo se caracteriza por realizar vocalizaciones con picos de sonido de muy alta frecuencia (clics del tipo NBHF), distintos de los cetáceos HF. En este grupo se encuentran cinco de las especies citadas para el área de influencia del proyecto, el delfín oscuro, el delfín cruzado, el delfín austral, el cachalote pigmeo y el cachalote enano, aunque solo el primero tiene presencia confirmada. Este grupo está integrado mayormente por especies que son predadores oportunistas, que explotan presas que son abundantes estacionalmente. Se considera que pueden ser afectados por desplazamiento de las áreas de acción habituales, incluyendo permanecer más tiempo en áreas profundas.

Generalmente poseen un límite superior más alto y una mejor sensibilidad a las altas frecuencias en comparación con las especies de cetáceos de frecuencias altas. Por tal motivo las especies identificadas para este grupo quedaron clasificadas, como de moderada sensibilidad, aun cuando, por principio precautorio, se definió la zona como posible sitio de reproducción.

En relación a los pinnípedos:

- **Carnívoros Fócidos en agua (PW).** Este grupo contiene todas las especies de carnívoros de la familia Phocidae, que se caracteriza por no poseer aurículas (orejas) y otras adaptaciones anatómicas que les confieren habilidades similares a las de los cetáceos para escuchar sonidos en el agua. Tiene un rango de audición más extendido que los otros pinnípedos, particularmente en el extremo de frecuencias altas. En este grupo se encuentran las focas y los elefantes marinos. Existen umbrales de audición subacuática para algunas especies del hemisferio norte en este grupo.
- **Pinnípedos Otaridos y otros carnívoros (PO).** Incluye mamíferos marinos que pueden escuchar tanto en aire como en agua. Para nuestra región este grupo contiene a las especies de la familia Otariidae (los lobos marinos) y Mustelidae (la nutria marina o chungungo), pero incluye además a los osos polares, morsas y leones marino del hemisferio norte.

Las especies de ambos grupos de pinnípedos quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad, ya que al igual que las ballenas, el rango de audición estimado para este grupo se superpone con el rango principal de frecuencias de la actividad sísmica propuesta.



Son 3 las especies de mayor frecuencia en la zona. El Lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*), el Lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*) y el Elefante marino del sur (*Mirounga leonina*). Todos clasificados como de preocupación menor.

Para ambos grupos de pinnípedos, hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos, entre los que se incluyen corrimientos de umbrales auditivos, aullidos de alarma, y cesación de alimentación. Las épocas más vulnerables son durante la época de amamantamiento y destete. También muchos pinnípedos presentan una elevada fidelidad a sus colonias de cría y su alejamiento puede aumentar el riesgo de extinción local de las colonias. Al respecto, es importante mencionar que para todas las especies, las colonias se encuentran alejadas de la zona de estudio.

La Tabla 21 resume la información sobre presencia temporal de cada especie en el área de estudio detallada. Estos datos están sesgados a las épocas para las que las fuentes consultadas detallan o desglosan la ocurrencia temporal. Debido a que muy pocas especies contaban con información temporal estricta para el área de influencia directa, se analizaron trabajos informando sobre registros de mamíferos marinos en la zona del talud y de la confluencia Brasil-Malvinas, mayormente en aguas jurisdiccionales de Uruguay e internacionales.

Tabla 21. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris claro ocasional. Las especies que no se incluyen son aquellas sin información para el área de influencia. **La información de temporalidad se completó con datos provenientes de observaciones en sur del área común de pesca Uruguay y en aguas internacionales próximas. 1-12 meses del año.

| Nombre común | Nombre científico | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Lobo marino de dos pelos | <i>Arctocephalus australis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Lobo fino antártico | <i>Arctocephalus gazella</i> | | | | | | | | | | | | |
| Lobo marino de dos pelos subantártico** | <i>Arctocephalus tropicalis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Lobo marino de un pelo** | <i>Otaria flavescens</i> | | | | | | | | | | | | |
| Elefante marino del sur | <i>Mirounga leonina</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena franca austral | <i>Eubalaena australis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena minke enana** | <i>Balaenoptera acutorostrata</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena Minke Antártica** | <i>Balaenoptera bonaerensis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena Sei** | <i>Balaenoptera borealis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena Bryde** | <i>Balaenoptera edeni</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena azul | <i>Balaenoptera musculus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena fin** | <i>Balaenoptera physalus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Ballena jorobada | <i>Megaptera novaeangliae</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín común** | <i>Delphinus delphis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín piloto** | <i>Globicephala melas</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín de Risso** | <i>Grampus griseus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín de Fraser** | <i>Lagenodelphis hosei</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín oscuro | <i>Lagenorhynchus obscurus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Orca** | <i>Orcinus orca</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín listado** | <i>Stenella coeruleoalba</i> | | | | | | | | | | | | |
| Delfín nariz de botella** | <i>Tursiops truncatus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Zifio de Héctor** | <i>Mesoplodon hectori</i> | | | | | | | | | | | | |
| Cachalote pigmeo** | <i>Kogia breviceps</i> | | | | | | | | | | | | |
| Cachalote enano** | <i>Kogia sima</i> | | | | | | | | | | | | |
| Cachalote** | <i>Physeter macrocephalus</i> | | | | | | | | | | | | |

De acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia tendría una función como área de paso y área de alimentación. No es un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes. No obstante, para algunos de presencia probable no se puede descartar esta posibilidad debido a falta de información.

Si bien la sensibilidad podría considerarse moderada a lo largo de todo el año. En el caso de las 4 especies de ballenas clasificadas como de alta sensibilidad no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, pero en principio podría considerarse más crítico la primavera.

1.3.7 Áreas protegidas y sensibles

La Argentina cuenta con 63 áreas protegidas costero marinas (APCM), entre las que se encuentran parques nacionales, reservas provinciales y municipales, reservas de biósfera (MaB) y sitios Ramsar. Los instrumentos jurídicos de creación de dichas áreas son también diversos: ordenanzas municipales, disposiciones, resoluciones, decretos y leyes provinciales, leyes nacionales y, en el caso de Tierra del Fuego, la Constitución provincial. Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).

En relación al proyecto analizado, dado que las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 se encuentran a más de 300 km de la zona costera, la interacción con estas áreas protegidas es en general irrelevante, no obstante, es dable mencionar que la Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" se insertan dentro del área de influencia directa de la ruta logística que conecta las áreas de adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata.

Por otro lado, mediante la Ordenanza N° 12/98 PNA ha definido Zonas de Protección Especial en el Litoral Argentino. Estas zonas surgen como resultado de un convenio de cooperación firmado en 1993 y reelaborado en 2015 entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Prefectura Naval Argentina (PNA), con el objeto de delimitar aquellas áreas especialmente protegidas contra la acción potencialmente contaminante que pudiera provenir de la actividad navegatoria, portuaria y tareas relacionadas. Todas estas son zonas marino-costeras, alejadas de la zona de prospección sísmica. En cuanto al puerto de apoyo, ninguna de estas zonas se encuentra cercana al mismo.

Dada la naturaleza del proyecto, deben ser consideradas especialmente las áreas marinas protegidas (AMP), las que constituyen una de las herramientas más poderosas para evitar la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los hábitats marinos. Su principal objetivo es conservar y hacer una gestión integrada de la biodiversidad allí presente. Son herramientas flexibles que pueden moldearse según diferentes necesidades, desde la estricta preservación hasta diseños de usos múltiples y reservas con límites móviles y estacionales. En la actualidad Argentina cuenta con 3 áreas enteramente marinas protegidas (AMPs): Yaganes y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, todas localizadas en el Atlántico Sur a más de 1000 kilómetros de la zona de estudio.



No obstante esto, según el Convenio de Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU a los que la Argentina se adhirió, se debe proteger al menos el 10% de su superficie marina para el año 2020. En este marco ya han sido definidas las futuras áreas marinas a proteger, aunque aun no tienen propuestas de creación. La más cercana a la zona de prospección es el Frente del Talud (FT), localizada a 30 km de las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114 (y a 17 km del área de influencia directa) y por lo tanto ubicada en el área de influencia indirecta de las zonas de adquisición sísmica. El Frente de Plataforma Media (FPM) se ubica a una distancia de 114 km de las áreas de prospección y por fuera de su área de influencia. El RCP Profundo y El Rincón se encuentran aun a mayores distancias. Tanto el Frente del Talud (FT) como el Frente de Plataforma Media (FPM) serán atravesadas por la ruta logística que une el área CAN_114 con el Puerto de Mar del Plata.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular. Este es el caso de las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). Al igual que lo expuesto para las APMC y ZPE, las AICAS se corresponden con zonas terrestres o costeras, alejadas de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114. No obstante, es dable mencionar que el AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata” se encuentra inserta dentro del área de influencia directa de la ruta logística.

Considerando que se presentan situaciones particulares que requieren tratamiento especial, Dellacasa et al., (2018) delimitaron 55 AICAS Marinas en Argentina a partir de contemplar las diferentes actividades y etapas de vida de las aves en el mar (por ejemplo; reproducción, alimentación, mantenimiento y migración). Resulta importante mencionar que estas áreas son a la fecha “sitios candidatos”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre los mismos.

Como parte del trabajo se han definido varias AICAS pelágicas destacándose por su cercanía a las áreas de adquisición de datos sísmicos la denominada “Aguas del Talud Patagonia Norte”. Esta es un área en el talud continental frente a El Rincón, atravesada por las isobatas de 100, 200 y 1.000 m. Está caracterizada por la presencia y uso del espacio de dos grandes albatros, el errante y el real del norte, especies muy longevas y que comienzan a reproducirse entre los 11 y 12 años. Los viajes de alimentación son extensos y pueden llegar a recorrer más de 7.000 km en dos semanas. Ambas especies siguen barcos con el objetivo de consumir sus descartes, aumentando así la amenaza de una interacción negativa. La misma será atravesada por la ruta logística que une el Puerto de Mar del Plata con el área CAN_114.

En este sentido, se destaca que el área de influencia regional forma parte de la Ruta Migratoria Atlántica. Las aves migratorias deben volar trayectos de miles de kilómetros sin detenerse. La factibilidad de realizar exitosamente su ciclo migratorio anual es el producto combinado de la probabilidad de completar cada componente del mismo: la reproducción, la migración y la invernada. Cualquier evento que atente contra uno de ellos pondrá en riesgo la totalidad del proceso. Con este fin se ha creado la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras que protege los sitios de mayor relevancia para estas aves. Ninguna de estas RHRAP definidas en Argentina se encuentra en inmediaciones de las zonas afectadas por el proyecto.

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Finalmente, en el contexto del Proyecto FREPLATA (2004) se realizó la identificación de Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP), en el Río de la Plata y su Frente Marítimo. El Frente del Talud Sur resulta la zona núcleo de máxima prioridad más cercana, la cual, no obstante, se localiza a 250 km del área de prospección sísmica, por lo que no se registrarán efectos sobre la misma. El APP que la contiene es el Borde Talud localizada a 93 km del área de adquisición de datos sísmicos CAN_114 y por lo tanto se superpone solo marginalmente con al área de influencia indirecta de las áreas de prospección. Por su parte, en el área de influencia del puerto de apoyo logístico y la ruta logística se ubica el APP Costa Atlántica Argentina, en tanto que la ruta logística de los buques atraviesa el APP Banco de Mejillones.

En resumen, las áreas de adquisición de datos sísmicos no afectan de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta, no obstante, es dable mencionar que la Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa “Puerto Mar del Plata” se insertan dentro del área de influencia directa de la ruta logística que conecta las áreas de adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata. El área de influencia directa de la ruta logística también involucra al AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata”.

Dentro del área de influencia indirecta se localiza la futura área marina protegida Frente del Talud (FT) a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área definida como de influencia directa. Dicha área será atravesada por la ruta logística que une el área CAN_114 con el puerto. Esta ruta también involucra la futura área marina protegida Frente de Plataforma Media (FPM).

También dentro del área de influencia indirecta se ubica el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte. La misma será atravesada por la ruta logística que une el Puerto de Mar del Plata con el área CAN_114.

Las áreas protegidas tienen por objetivo, salvaguardar el patrimonio natural y generalmente se escogen como muestras representativas de una formación natural o por poseer características que las hacen únicas. Dado que sus objetivos son proteger muestras representativas de los ecosistemas, biodiversidad, recursos genéticos, paisajísticos y culturales, son áreas sensibles por excelencia y por tanto han sido consideradas como de alta sensibilidad.

1.3.8 Navegación

Como parte de este factor se considera una potencial interferencia en el tráfico normal de embarcaciones en la zona de estudio.

Como fuera mencionado en el Punto 1.3.3 en las inmediaciones del área de influencia del proyecto hay actividad pesquera, estando presentes principalmente la flota fresca de altura y buques congeladores arrastreros. Debido a las distancias del área de exploración a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de prospección. Puntualmente para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las mencionadas áreas operativas.



En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a las rutas de navegación que conectan el Puerto de Mar del Plata y las zonas de adquisición de datos sísmicos de las áreas CAN_100-108 y 114, la mayor predominancia es de barcos pesqueros, seguido por buques tanque o cisterna y buques de carga. En menor medida también se presentan remolcadores y embarcaciones especiales y embarcaciones de recreo, algunos barcos no especificados y buques de pasajeros únicamente en la ubicación correspondiente al Puerto de Mar de Plata.

De acuerdo a lo relevado en la LBA en las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114 la densidad de tráfico marino podría considerarse en general moderada.

Teniendo en cuenta tanto lo referido a la actividad pesquera como al uso actual del área por parte de otras embarcaciones se considera un factor con sensibilidad media – baja en relación al proyecto.

1.3.9 Infraestructura costa afuera

Considera la afectación de instalaciones localizadas costa afuera que podrían verse comprometidas por el accionar de los buques sísmicos.

En el frente marítimo argentino se han tendido numerosos cables de comunicaciones uniendo Argentina, Uruguay y otros países del mundo. La mayor parte del recorrido de los mismos es bajo el sedimento aunque en algunos casos presentan sectores sobre el lecho. Actualmente pueden observarse en la cartografía ocho cables activos en la ZEE de Argentina: “ARBR”, “Atlantis-2”, “Bicentenario”, “Malbec”, “SAM-1”, “SAC”, “Tannat” y “Unisur”.

El área operativa del proyecto se encuentra a 400 km aproximadamente al Sur del cable subacuático “Atlantis-2”, el cual es el más austral de todos los cables presentes en la zona, por lo cual la presencia de dicha infraestructura no se verá interferida por el proyecto, no siendo considerada como sensible.

1.3.10 Actividad Hidrocarburífera

Argentina cuenta con una extensa plataforma submarina con un gran potencial de recursos hidrocarburíferos; no obstante, la costa afuera es uno de los espacios menos explorados del territorio y con el cual se podría ampliar el horizonte de reservas de gas y petróleo a nivel global. En el caso de la Cuenca Argentina Norte, donde se encuentran las Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114 en estudio, se tratará de operaciones en aguas ultra profundas.

En la actualidad, en la página web de la Secretaría de Gobierno de Energía, se puede consultar una base de datos de información geográfica, vinculada a las cuencas, áreas de explotación y actividad sísmica existente en el territorio argentino. **Al consultarse la información presentada en dicha página se observó que en la zona de estudio no se cuenta con la presencia de pozos de hidrocarburos, ductos o áreas de concesión, más allá de las áreas que fueron licitadas. No obstante, se cuenta con registro de existencia de actividades exploratorias 2D.**



1.4 CONCLUSIONES

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el área de influencia definida para el presente trabajo en el Capítulo 5 (ver punto 2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA).

El análisis de la sensibilidad de las especies presentes en esta área resulta sumamente valioso, por lo que esta información se toma como insumo para la evaluación de impactos que se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente capítulo.

El análisis permite también destacar la existencia de zonas localizadas en el área de influencia del proyecto que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles o críticas, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada.

Entre estas se destacan las áreas protegidas costeras, las cuales, no obstante, se encuentran a más de 300 km del área operativa e influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114, no obstante, es dable mencionar que la Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa “Puerto Mar del Plata” se insertan dentro del área de influencia directa de la ruta logística que conecta las áreas de adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata.

Dada la naturaleza del proyecto, deben ser consideradas especialmente las áreas marinas protegidas (AMP). En la actualidad Argentina cuenta con 3 áreas enteramente marinas protegidas (AMPs): Yaganes y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, todas localizadas en el Atlántico Sur a más de 1000 kilómetros de las áreas de adquisición de datos sísmicos bajo estudio. En relación al proyecto, la interacción con estas áreas protegidas es despreciable.

En vista de esta situación, cobran especial importancia las futuras áreas marinas a proteger. Estos sitios relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino, no tienen propuestas de creación por ahora. La más cercana a la zona de prospección es el Frente del Talud (FT), localizada a 30 km de las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114 (y a 17 km del área de influencia directa) y por lo tanto ubicada en el área de influencia indirecta de las zonas de adquisición sísmica. El Frente de Plataforma Media (FPM) se ubica a una distancia de 114 km de las áreas de prospección y por fuera de su área de influencia. Ambos áreas serán atravesadas por la ruta logística que une el área CAN_114 con el Puerto de Mar del Plata. El FT es uno de los frentes oceánicos más extensos y persistentes del Mar Patagónico, con un rol ecológico y funcional clave para el ecosistema marino patagónico. Esta zona de alta productividad de la plataforma exterior que bordea al talud se extiende por más de 2.000 km.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular.

El área núcleo más cercana a la zona de prospección sísmica CAN_100, CAN_108 y CAN_114 es la denominada Borde del Talud Sur, que se ubica a 250 km de distancia. El APP que la contiene es el Borde Talud localizada a 93 km del área de adquisición de datos sísmicos CAN_114. Por su parte, en el área de influencia del puerto de apoyo logístico y la ruta logística se ubica el APP Costa Atlántica Argentina, en tanto que la ruta logística de los buques atraviesa el APP Banco de Mejillones.



Asimismo, con la premisa de que la protección de sitios valiosos para la diversidad biológica es una de las medidas más efectivas para la conservación de las aves, surge a nivel internacional el programa “Áreas Importantes para las Aves” (IBAs en inglés) liderado por la federación BirdLife International. En Argentina la fundación Aves Argentinas identificó Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS). Las AICAS se corresponden con zonas terrestres o costeras, alejadas de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114, no obstante, es dable mencionar que el AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata” se encuentra inserta dentro del área de influencia directa de la ruta logística.

Considerando que se presentan situaciones particulares que requieren tratamiento especial, Dellacasa et al., (2018) delimitaron 55 AICAS Marinas en Argentina a partir de contemplar las diferentes actividades y etapas de vida de las aves en el mar (por ejemplo reproducción, alimentación, mantenimiento y migración). Resulta importante mencionar que estas áreas son a la fecha “sitios candidatos”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre los mismos.

Muchas de las AICAS candidatas son cercanas a la costa, por lo que tampoco presentan riesgo de ser afectadas por el proyecto. No obstante, como parte del trabajo se han definido varias AICAS marinas destacándose por su cercanía al área de adquisición de datos sísmicos la denominada “Aguas del Talud Patagonia Norte”. Esta es un área en el talud continental frente a El Rincón, caracterizada por la presencia y uso del espacio de dos grandes albatros, el errante y el real del norte, especies muy longevas y cuyos viajes de alimentación son extensos y pueden llegar a recorrer más de 7.000 km en dos semanas. La misma será atravesada por la ruta logística que une el Puerto de Mar del Plata con el área CAN_114.

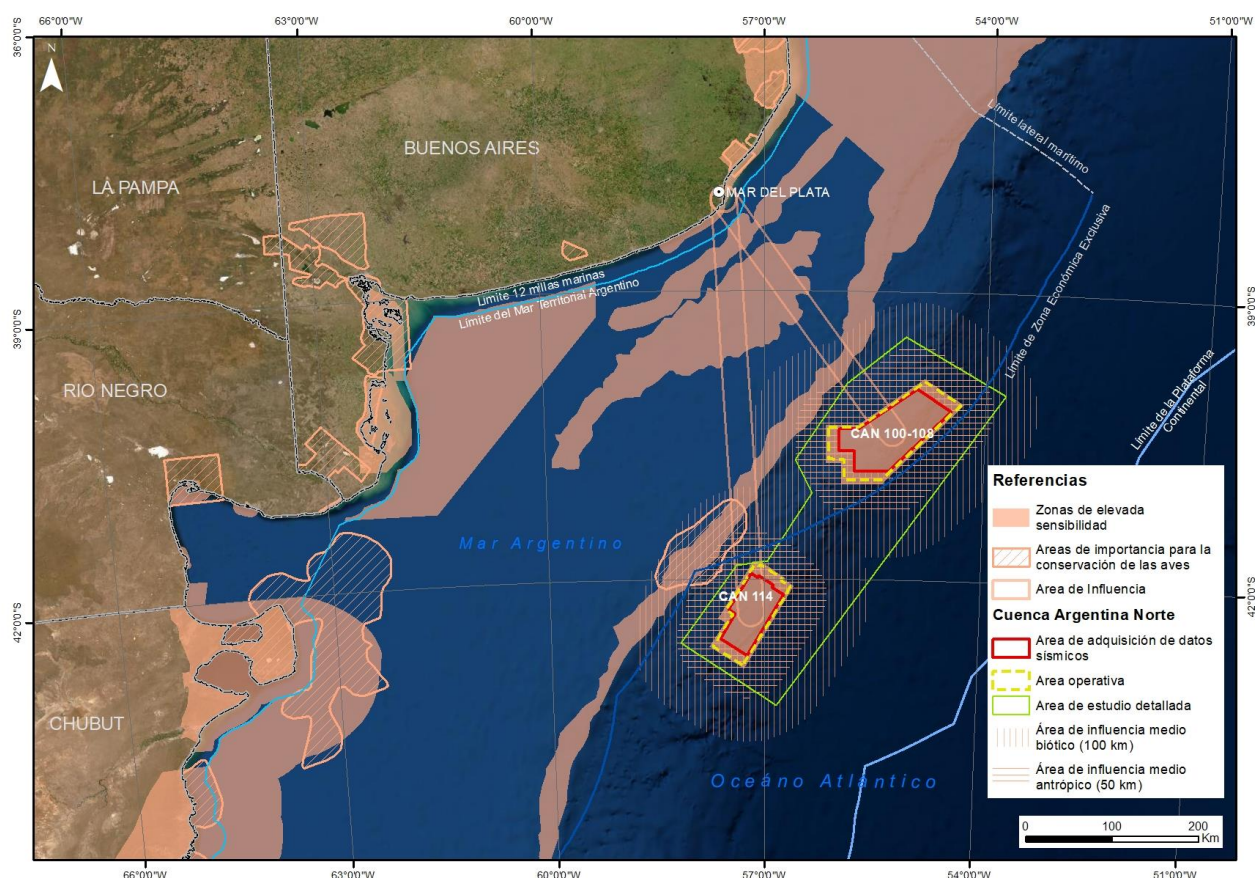


Figura 1. Mapa de zonas sensibles.

En particular, surge del análisis desarrollado como parte del presente punto, que el área de influencia del proyecto presenta una moderada sensibilidad a lo largo de todo el año en relación a los invertebrados bentónicos. En el caso de zooplancton se observa también una sensibilidad intermedia durante la primavera y verano, siendo baja el resto del año. Considerando la presencia de larvas de mictófidios el otoño también resulta de moderada sensibilidad.

En cuanto a los cefalópodos, las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas de calamar (*Illex argentinus*) se encontrarían en el área de influencia indirecta del proyecto en primavera y verano, pero durante el otoño e invierno el área de influencia directa sería parcialmente coincidente con las concentraciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica que se agrupan en alta densidad en el borde de la plataforma. Un impacto adicional se daría por coincidencia con la deriva de huevos y larvas a partir del invierno y hasta primavera proveniente desde la zona sur por acción de la corriente de Malvinas. Por tal motivo, se considera una sensibilidad alta durante los meses de otoño e invierno y baja el resto del año. El área de influencia del proyecto no se superpone con las áreas de mayores desembarques del periodo 2003-2017 de cefalópodos. La flota más cercana al área de influencia indirecta es la de buques congeladores de especies australes.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como baja o media dependiendo de la especie analizada. Los resultados indican que la mayoría de los órdenes taxonómicos se ubican en la categoría de sensibilidad media. Resulta importante mencionar para muchas de las especies no se cuenta con información sobre área de reproducción o cría por lo que se les asignó la máxima valoración, pudiendo estar sobrevalorando la sensibilidad. Teniendo en cuenta esta situación y que en líneas generales las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución (algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma) es que se considera que el efecto a nivel poblacional será bajo.

Se considera además que la actividad sísmica tendrá una baja interferencia sobre las pesquerías más relevantes. Los mayores esfuerzos de pesca se observan principalmente fuera del área de influencia directa. Solo las pesquerías de abadejo, merluza negra y calamar podrían ser afectadas dependiendo del momento en que se realiza la prospección pesquera. En la zona del frente del talud, la actividad se vuelve muy importante, sobre todo durante los periodos de otoño e invierno. Sin embargo ésta se encuentra por fuera del área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114. Para el área de influencia indirecta de CAN_100-108 y CAN_114 se registran larvas de calamar, pero también es posible encontrarlas en la zona de prospección. No obstante estas larvas provienen de áreas de desove localizadas en otras zonas del Mar Argentino. El área de influencia directa no se identifica como un área de cría para las especies comerciales. Como fuera dicho, tampoco se reconoce que las especies de interés pesquero posean su área de puesta en dicha área de influencia. En todo caso, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, y para evitar potenciales interferencias deberían focalizarse en verano y evitar totalmente ser realizadas en otoño e invierno.

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

En relación a las tortugas marinas, el área de influencia del proyecto no es una zona de reproducción dado que no existen áreas de reproducción de las tortugas marinas en nuestro país. Las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 se encuentran en el corredor migratorio de las especies de tortugas marinas consideradas con presencia en el área de influencia del proyecto. La zona no se caracteriza por la presencia especialmente frecuente de tortugas marinas, pero los estudios de telemetría han confirmado la ocurrencia ocasional de individuos y en función de la bibliografía se asumen que puede haber juveniles y subadultos. Los meses cálidos son los que registran mayor cantidad de avistajes, por tanto, para las tortugas el periodo de mayor sensibilidad sería la primavera y el verano, siendo valorada como moderada la sensibilidad para las tortugas en general, y elevada en particular para la tortuga cabezona la cual en los últimos años ha presentado abundantes registros en la área de influencia. Para el resto del año este grupo presentaría una baja sensibilidad.

Para las aves, el área de influencia del proyecto es una zona muy importante de alimentación durante todo el año y también como área de paso para migradores interhemisféricos. El sector analizado se localiza sobre el talud continental, que ejerce una atracción particular sobre las aves marinas debido a la concentración de organismos planctónicos, peces y cefalópodos que se alimentan y reproducen en dichas aguas. No obstante, las especies presentes no se reproducen en alta mar, teniendo sus lugares de nidificación y crianza a cientos o miles de kilómetros de sus áreas de alimentación. Algunas que se reproducen en las Islas Malvinas (ej., albatros ceja negra) o en las Islas Georgias del Sur (ej., albatros errante) usan como área de alimentación a la plataforma y su talud desde los 60°S hasta los 35°S, frente al Río de la Plata en cercanías de la confluencia Brasil-Malvinas. Todas realizan grandes migraciones entre sus zonas de reproducción y alimentación.

Los Procellariiformes y los Charadriiformes se destacan por sus extraordinarias habilidades de vuelo y sus extensos viajes de varios miles de kilómetros. Realizan migraciones diarias o estacionales, desplazándose entre las áreas de reproducción y alimentación utilizando rutas o corredores migratorios que pasan sobre el talud. Todas las especies son predadores tope y buenos buceadores, alimentándose de calamares, peces pelágicos (anchoítas y mictófidios), salpas, crustáceos (krill), y también basura flotante, como los desechos de las pesquerías.

En tal sentido, se concluye que este grupo presenta, en líneas generales, una sensibilidad media para el área de operación y de influencia directa del proyecto, volviéndose más importante en el sector del frente del talud (el cual se localiza a 30 km de la zona de prospección). Favero et al. (2005) analizando datos provenientes de capturas incidentales de aves por la flota pesquera menciona que las abundancias son mayores donde el gradiente de temperatura coincide con el talud, como ocurre a lo largo del borde noroeste de la Corriente de Malvinas, con picos de abundancia observados generalmente entre mayo y octubre. No obstante, los datos de individuos marcados juveniles y adultos no reproductivos muestran que pueden estar también presente en otras épocas. En el caso de los pingüinos, las especies identificadas pueden estar presentes en el área de influencia de CAN_100-108 y CAN_114 durante sus migraciones otoñales hacia el norte del área de confluencia y también al regresar a sus colonias reproductivas a fines del invierno. Resulta importante remarcar la situación de una especie en particular, el Petrel Barba Blanca. Esta especie no solo es frecuente sino que también es abundante en la zona. Además la misma se encuentra con un elevado grado de amenaza, siendo considerado como Amenazado a nivel local pero Vulnerable a nivel regional. Por esta razón su sensibilidad ante el proyecto se considera como alta durante los meses más cálidos.



Para el caso de los mamíferos, el área de influencia tendría una función como área de paso y área de alimentación. No es un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes. No obstante, para algunos de presencia probable no se puede descartar esta posibilidad debido a falta de información. Si bien la sensibilidad podría considerarse moderada a lo largo de todo el año. En el caso de las 4 especies de ballenas clasificadas como de alta sensibilidad no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, pero en principio podría considerarse más crítica la primavera.

Desde el punto de vista antrópico, en cuanto a la navegación el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad media - baja. Puntualmente para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación marginal con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las mencionadas áreas operativas. De acuerdo a lo relevado en la LBA en las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114 la densidad del tráfico marino podría considerarse en general moderada.

2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los potenciales impactos del Registro Sísmico Offshore 3D de las Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114, se han identificado mediante un proceso sistemático por el cual las actividades (tanto las planificadas como las no planificadas) asociadas con el proyecto se han considerado con respecto a su potencial para interactuar con los factores ambientales.

Como herramienta para llevar a cabo esta identificación, se ha utilizado una Matriz de Interacciones Potenciales (Tabla 22). En esta matriz, las filas corresponden a las diversas acciones del proyecto que podrían actuar como fuente de impacto y los factores del medio relevantes para el entorno han sido listadas en las columnas.

Cada celda resultante en la Matriz de Interacciones Potenciales representa, por lo tanto, una interacción potencial entre una actividad del Proyecto y un factor del medio. Cada uno de los posibles impactos se ha clasificado en una de las dos categorías:

- Sin interacción (celda en blanco) o interacción probable sin impacto: donde es improbable que el Proyecto interactúe con el factor ambiental (por ejemplo, los proyectos que se desarrollan completamente en ambientes marinos pueden no tener interacción con el ambiente terrestre); o donde es probable que exista una interacción, pero es improbable que el impacto resultante cambie las condiciones de la línea de base; y
- Interacción potencial identificada (X): donde es probable que exista una interacción y el impacto resultante tiene un potencial razonable para causar un efecto en el factor receptor.

Este análisis preliminar permite evitar el análisis detallado de aquellos recursos sin potencial de ser afectados significativamente, y concentra el análisis en aquellos recursos con mayor riesgo de ser impactados.

Cabe señalar que el listado de acciones no pretende ser exhaustivo, sino más bien una identificación de los aspectos clave de las operaciones de prospección sísmica que tienen el potencial de interactuar con el ambiente/causar impactos ambientales. La lista de factores ambiental es también una lista focalizada de los aspectos clave del ambiente que se consideran vulnerables o importantes en el contexto de las actividades de estudios sísmicos marinos en las áreas CAN_100 – 108 y 114.



2.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO

En base a la Descripción del Proyecto (Capítulo 4) dentro de las actividades ordinarias o eventos planificados se consideran las siguientes acciones:

- **Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido):** refiere a la emisión sonora submarina generada por las fuentes de energía de aire comprimido durante la adquisición de datos sísmicos.
- **Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico:** abarca la navegación de los barcos en la áreas operativas, durante la adquisición de datos sísmicos y desde / hacia el puerto de apoyo en el Puerto de Mar del Plata, y la presencia del equipos sísmico desplegado (*streamers*) durante la adquisición de datos sísmicos.
- **Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones):** involucra los aspectos ambientales asociados al funcionamiento normal de los buques y su mantenimiento. Comprende las emisiones sonoras que se producirán en superficie y en el agua por el funcionamiento de los buques involucrados en el proyecto, asociados principalmente con las hélices de propulsión y el helicóptero que se use en la eventualidad de una emergencia; las emisiones lumínicas de las luminarias utilizadas en los buques; las emisiones gaseosas asociadas a la combustión de los motores para la propulsión y generación de energía en los buques, y otras operaciones asociadas generadoras de emisiones gaseosas (por ejemplo incineración de residuos). En cuanto a la generación de efluentes líquidos y residuos en las embarcaciones es dable señalar lo siguiente:
 - Generación de efluentes líquidos en los buques: La gestión inadecuada de las aguas residuales podría dar lugar a la contaminación del agua y a su vez, repercusiones secundarias en la vida acuática, los ecosistemas sensibles, etc. Sin embargo, las descargas de los buques en el medio marino cumplirán las normas del MARPOL 73/78, por lo que no se prevé que este aspecto de la operatoria de los buques tenga efectos significativos en ninguno de estos receptores.
 - Generación de residuos en los buques: La gestión inadecuada de los residuos podría dar lugar a la contaminación del agua, lo que podría tener efectos secundarios para la vida acuática y los ecosistemas sensibles, entre otros factores. No obstante, se prevé que la cantidad de residuos generados por las actividades de prospección sísmica sea baja. Estos se separarán y almacenarán a bordo de los buques asociados al proyecto, en espera de su adecuada disposición final en las instalaciones portuarias. Los residuos de alimentos se triturarán hasta 25 mm antes de su descarga en el mar, mientras que los desechos combustibles, por ejemplo, madera, papel y desechos en general, se incinerarán en un incinerador a bordo. De este modo, no se prevé que este aspecto de la operatoria de los buques tenga efectos significativos en ninguno de estos receptores.



- **Demanda de mano de obra y de bienes y servicios:** el desarrollo del proyecto requiere mano de obra calificada principalmente, aunque también incluye servicios básicos en cuanto a la operativa de navegación. El proyecto no requiere la construcción / desarrollo de bases logísticas en tierra, sino que se sirve de las instalaciones en los puertos existentes con capacidad para recibir operaciones de este tipo. El proyecto establece el puerto de Buenos Aires como puerto de escala (movilización / desmovilización) y al Puerto de Mar del Plata como puerto de suministros o servicios logísticos. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recalca en los mismos.

Los eventos no planificados, accidentales o contingencias se consideran por separado de las actividades rutinarias, ya que sólo se producen como resultado de un fallo técnico, un error humano u otro tipo de emergencia. Equinor y los contratistas sísmicos mantendrán en todo momento un elevado desempeño operativo y el cumplimiento de las buenas prácticas de la industria. Sin embargo, como en la mayoría de los proyectos de esta naturaleza, existe, aunque baja, la probabilidad de que ocurra un evento accidental.

Se han identificado posibles eventos accidentales que pueden resultar en impactos ambientales potencialmente significativos durante el desarrollo del proyecto e incluyen:

- **Derrames de hidrocarburos:** considerando el derrame de combustible o aceites lubricantes utilizados por los buques del Proyecto.
- **Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos:** considerando las sustancias químicas utilizadas en los buques del proyecto para limpieza y mantenimiento y el manejo de los residuos generados a bordo.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Sobre la base del diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto se han identificado los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto bajo análisis (ver Tabla 22).

En función de las acciones identificadas en el apartado anterior y la posibilidad de que estas interactúen con el medio se identificaron los siguientes factores que no se espera sean afectados por el proyecto.

- **Geología:** Aunque el entorno geológico es relevante para el desarrollo del proyecto, los procesos geológicos no se verán alterados por el desarrollo del mismo.
- **Oceanografía:** Las actividades que se lleven a cabo desde el buque de prospección tendrán necesariamente en cuenta las condiciones oceanográficas locales y regionales. Las características de las corrientes oceánicas, la estratificación de la densidad de la columna de agua, la estructura vertical de las corrientes, entre otros factores, que se tendrán en cuenta durante la planificación, el funcionamiento y el postprocesamiento de datos de las actividades de prospección. No obstante, estos recursos oceanográficos no se verán afectados por las operaciones exploratorias bajo estudio.
- **Actividad hidrocarburífera:** Como se mencionó anteriormente, en la zona de estudio no se cuenta con la presencia de pozos de hidrocarburos, ductos o áreas de concesión, más allá de las áreas que fueron licitadas. No obstante, se cuenta con registro de existencia de actividades exploratorias 2D. En este sentido no se prevén interferencias con dichas actividades, no obstante en el PGA se consideran medidas en relación a las interferencias con las actividades exploratorias linderas potenciales en las áreas licitadas.

- **Infraestructura costa afuera:** El área operativa del proyecto se encuentra a 400 km aproximadamente al Sur del cable subacuático "Atlantis-2", el cual es el más austral de todos los cables presentes en la zona, por lo cual la presencia de dicha infraestructura no se verá interferida por el proyecto.
- **Población:** No existen receptores cercanos al sitio del Proyecto. El área de adquisición de datos sísmicos se ubica costa afuera a aproximadamente 300 km de distancia del área costera más próxima en la provincia de Buenos Aires, más allá de las 12 millas del mar territorial. Dada la naturaleza del proyecto no se prevén interacciones entre el proyecto y la franja costera territorial. La exploración sísmica marina con técnicas modernas no produce pulsos significativos de ruido aéreo.
- **Patrimonio arqueológico:** El área de adquisición de datos sísmicos se ubica costa afuera en aguas abiertas. No se han detectado sitios de interés arqueológico en el área de estudio y las actividades del proyecto se desarrollan alejadas del lecho marino.

Se consideraron entonces un total de 12 factores incluyendo: Agua superficial, Aire, Mamíferos marinos, Peces y cefalópodos, Tortugas marinas, Bentos y plancton, Aves, Áreas protegidas y sensibles, Actividad pesquera, Tránsito Marítimo, Actividades económicas e Infraestructuras, recursos y usos terrestres.



Tabla 22. Matriz de Interacciones Potenciales

| COMPONENTES AMBIENTALES | | MEDIO FÍSICO | | | | MEDIO BIÓTICO | | | | | | MEDIO ANTRÓPICO | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|--|----------|--------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|------|------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|--|---|--|
| | | Agua superficial | Aire | Geología | Oceanografía | Mamíferos marinos | Peces y cefalópodos | Tortugas marinas | Bentos y plancton | Aves | Áreas protegidas y sensibles | Actividad pesquera | Actividad hidrocarbúfera | Tránsito Marítimo | Infraestructura subacuática | Actividades económicas | Población | Patrimonio arqueológico | Infraestructuras, recursos y usos terrestres | | |
| ACCIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100-108 y CAN 114 | Actividades planificadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| | | | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | | | | | | X | | X | | X | X | X | | X | | | | |
| | | | Emisiones luminicas de los buques | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | |
| | | | Emisiones gaseosas | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) | | | | | | X | X | X | | X | X | | | | | | | |
| | | | Generación de efluentes líquidos en los buques | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Generación de residuos en los buques | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Demanda de mano de obra y de bienes y servicios | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | |
| | Eventos no planificados (contingencias) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Derrames de hidrocarburos | | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | X | |
| | Descarga accidental de sustancias químicas y/o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | | X | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | |

☐ Sin interacción o Interacción sin impacto
☒ Interacción potencial identificada



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

3.1 INTRODUCCIÓN

3.1.1 Efectos potenciales del ruido generado por las operaciones sísmicas sobre los organismos marinos

Existen numerosos estudios sobre los efectos potenciales de las operaciones sísmicas en los organismos marinos (en particular en los mamíferos marinos). Un hito en este sentido fue el “Seismic and Marine Mammals Workshop”, realizado en Londres en junio de 1998, que convocó a representantes de estas compañías, contratistas geofísicos, organismos reguladores ambientales y ONGs, junto con biólogos marinos, académicos y especialistas en bio-acústica, para desarrollar un entendimiento común del impacto de las operaciones sísmicas en los mamíferos marinos.

El evento fue organizado conjuntamente por el “Atlantic Margin Joint Industry Group”, la “International Association of Geophysical Contractors”, la “U.K. Joint Nature Conservation Committee” (JNCC), el “National Environment Research Council Sea Mammal Research Unit” y el “International Fund for Animal Welfare”, atrayendo a más de 100 delegados de Europa, Lejano Oriente y Estados Unidos.

Uno de los principales trabajos que se desarrolló a partir de ese evento es “The effects of seismic surveys on marine mammals” (Gordon, J. et al, 1998, 2003), el cual fue realizado por un amplio grupo de especialistas y comprendía en gran medida los estudios antecedentes.

Para minimizar los eventuales efectos de la registración sísmica en los organismos marinos o en su comportamiento se hace obligatorio la implementación de medidas de mitigación.

A los efectos de determinar estas medidas con una base científica adecuada, se han realizado detallados estudios sobre la base de cientos de relevamientos sísmicos marinos efectuados en diferentes partes del mundo.

Particularmente, a partir del Workshop de 1998 se elaboró el informe “The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000” (Stone, C. J. 2003). En el mismo se reunieron 1.652 observaciones de mamíferos marinos (28.165 individuos) ocurridas durante 201 estudios sísmicos en las aguas del Reino Unido y algunas áreas adyacentes entre 1998 y 2000 (más dos estudios en 1997). Los resultados de estos estudios llevaron a desarrollar guías o pautas para minimizar el impacto sobre los mamíferos marinos, que se mencionarán en más detalle en el capítulo correspondiente a las medidas de mitigación.

La Guía más conocida es la producida por la JNCC (Joint Nature Conservation Committee), la cual desde su primera publicación en el año 1998 fue revisada cinco veces hasta el momento, siendo la publicada en agosto de 2017 la versión más reciente (JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys, 2017)¹. Esta Guía ha sido adoptada en la práctica por numerosos países para establecer las medidas de mitigación de los impactos de estos relevamientos.

¹ Estas directrices fueron elaborados por la JNCC con el fin de facilitar la integración de las consideraciones planteadas en las Directivas de la Unión Europea en materia de conservación de especies y hábitats protegidos e implementadas en la legislación británica (enmiendas de 2007 y 2009 a las regulaciones de 1994 sobre Hábitats Naturales y la *Offshore Marine Conservation Regulations* de 2007, enmiendas 2009, 2010 y 2017, actualmente en vigencia http://archive.jncc.gov.uk/pdf/jncc_guidelines_seismicsurvey_aug2017.pdf

3.1.2 Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición

Como se describió anteriormente, las respuestas de los organismos marinos al sonido submarino se han investigado en la literatura científica durante muchos años, y como producto de estos estudios se han propuesto criterios de umbral para varias especies y grupos de especies. Los umbrales suelen considerarse en términos de una o más mediciones diferentes del nivel de sonido y para diferentes niveles de impacto potencial que van desde el daño fisiológico hasta las respuestas de comportamiento.

Como se explicó en el Capítulo 4, existen diferentes métricas para expresar el nivel de una señal acústica, cada una de las cuales es más o menos adecuada a cada tipo de señal o tipo de efecto sobre los diferentes grupos de especies de fauna. Los sonidos suelen describirse con diversos parámetros acústicos, incluido el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level, SPL) y el nivel de exposición sonora (Sound Exposure Level, SEL). El primero es una medida de la amplitud de presión o de su promedio en la duración del pulso y el segundo una medida de la energía sonora de la señal, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de la misma. A su vez, el nivel de presión sonora puede definirse como un valor máximo, de pico positivo a pico negativo, de cero a pico o RMS (root mean square o valor cuadrático medio) lo cual lo complejiza aún más.

En la actualidad no existen conclusiones definitivas sobre la métrica más adecuada para expresar cada tipo de efecto sobre cada grupo de especies, y aún menos sobre los umbrales de ruido correspondientes (Redondo y Ruiz Mateo, 2017). Buena parte de la literatura disponible proporciona una mezcla de ambas métricas, aunque muchas fuentes de sonido se describen principalmente en unidades de nivel de presión. Para contemplar a estas dos medidas y tener en cuenta todas las características acústicas pertinentes que pueden afectar a los organismos marinos, a menudo se definen umbrales de doble criterio para la exposición al sonido, utilizando tanto la presión acústica como los niveles de exposición al sonido. Particularmente, una de las metodologías más recientes que cuenta con un consenso amplio es la propuesta por Southall y otros (2019), la cual considera una “métrica” dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de SPL pico, y a los valores de SEL acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los mamíferos son el grupo animal que más ha sido estudiado hasta el momento. En este grupo los ruidos de alta intensidad pueden producir daños fisiológicos sobre la audición (rotura del tímpano, daños en la cadena de huesecillos del oído medio o sobreestimulación de las células ciliadas que convierten los movimientos de fluido causados por el ruido en impulsos neurológicos que se envían al cerebro). Exposiciones menores pueden provocar pérdidas auditivas denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS) y, por lo tanto, los impactos fisiológicos se consideran generalmente a estos dos niveles:

- El desplazamiento permanente del umbral (PTS) es un aumento permanente e irreversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido. Esto se considera una lesión auditiva.
- El desplazamiento temporal del umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.



En el grado de TS influyen la amplitud, duración, frecuencia y evolución temporal de la exposición al ruido. Para sonidos continuos, exposiciones de igual energía producen los mismos efectos aproximadamente. Para sonidos intermitentes, el grado de TS para una misma energía es menor que si el sonido es continuo porque se produce una cierta recuperación entre los intervalos de impulsos.

Las frecuencias emitidas por cetáceos del suborden odontoceti producen un amplio rango de sonidos, incluyendo silbidos, clics, sonidos pulsantes y de ecolocalización. Los rangos de frecuencia emitidos se encuentran entre los 100 Hz y los 20kHz, con niveles de entre 100 y 180 dB re 1 μ Pa. Por ejemplo, la Orca utiliza una frecuencia de llamado de 0,5 a 25 kHz, con un nivel de 160 dB re 1 μ Pa, y una frecuencia de ecolocalización de 12 a 25 kHz, con 180 dB re 1 μ Pa. Los delfines picudos utilizan una frecuencia de llamado de 0,8 a 24 kHz, con un nivel de 125 a 173 dB re 1 μ Pa, y una frecuencia de ecolocalización de 110 a 130 kHz, con 218 a 228 dB re 1 μ Pa (Richardson et al., 1995, en Pidcock et al., 2003).

Estos ejemplos muestran que el rango de frecuencias utilizado por los mamíferos marinos es generalmente superior al empleado en las prospecciones sísmicas (con algunas excepciones como las ballenas grises que escuchan muy bien a bajas frecuencias < 1 kHz).

La capacidad auditiva de los mamíferos marinos, es poco eficiente para los sonidos sísmicos, como puede verse en los audiogramas siguientes, que muestran el umbral de audición en función de la frecuencia, para diferentes especies, como focas (seal), marsopas (porpoise), ballenas (whale) y peces como el bacalao (cod) y la platija americana (dab).

Puede apreciarse que los peces tienen un rango de audición más similar que los mamíferos al rango de frecuencias generado por la sísmica, por lo que estos últimos son menos afectados.

Asimismo, como las bajas frecuencias se atenúan menos en su propagación que las altas (pues rebotan en el fondo marino), la atenuación efectiva de las frecuencias que oyen los mamíferos marinos es mayor que la atenuación global promedio.

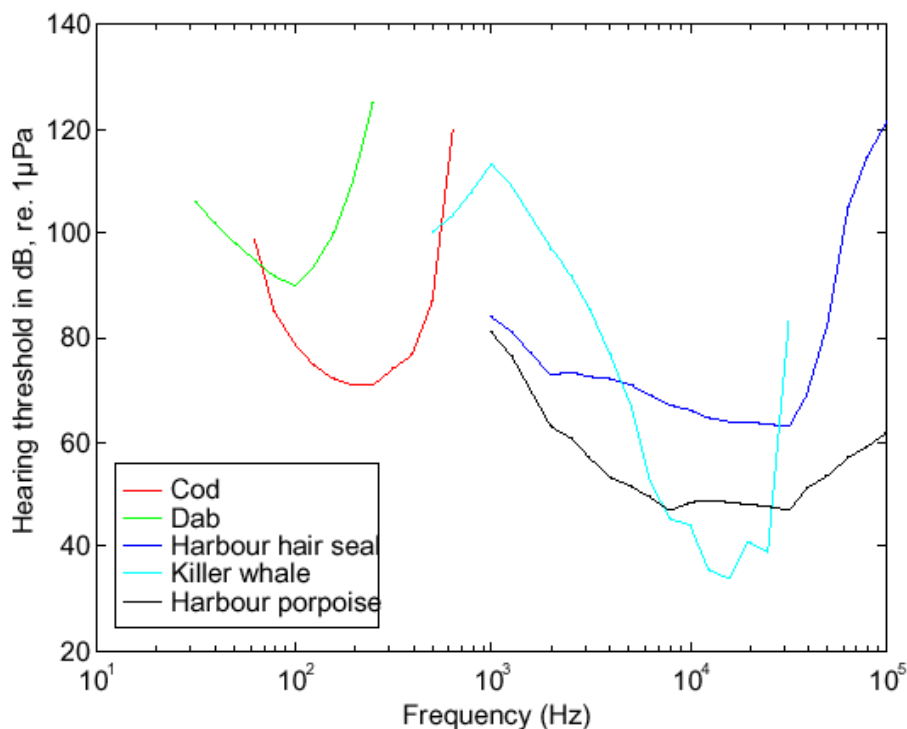


Figura 2. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos.



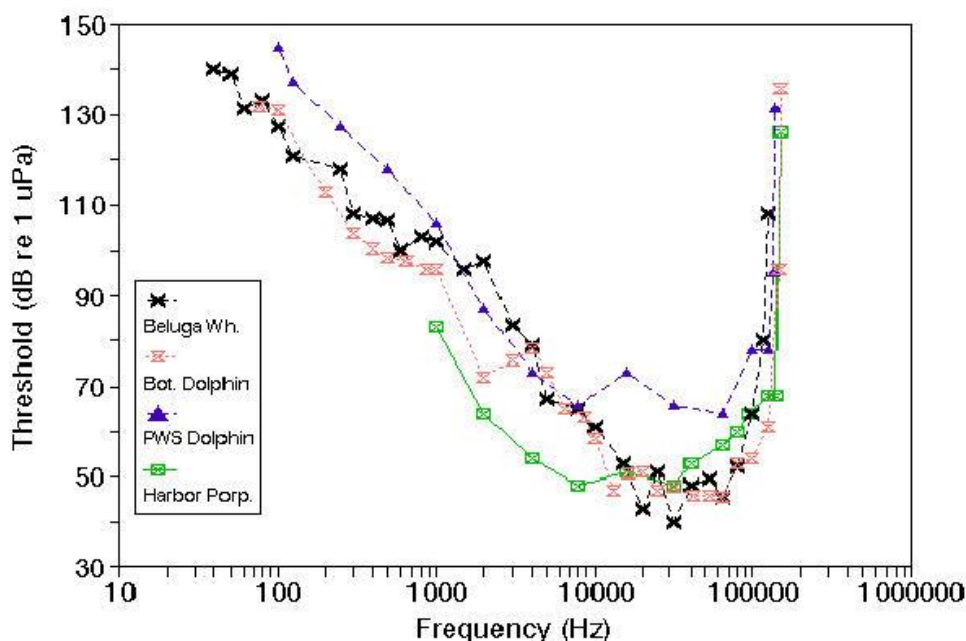


Figure 20. Underwater audiograms of selected toothed whale species showing the minimum detectable sound pressure level for tonal sounds at various frequencies. Adapted from Richardson et al. (1995) based on beluga data (averaged) of White et al. (1978), Aubrey et al. (1988), and Johnson et al. (1989); bottlenose dolphin data of Johnson (1968); Pacific white-sided dolphin data of Tremel et al. (1999); and harbour porpoise data of Andersen (1970).

Figura 3. Audiograma típico para ballenas.

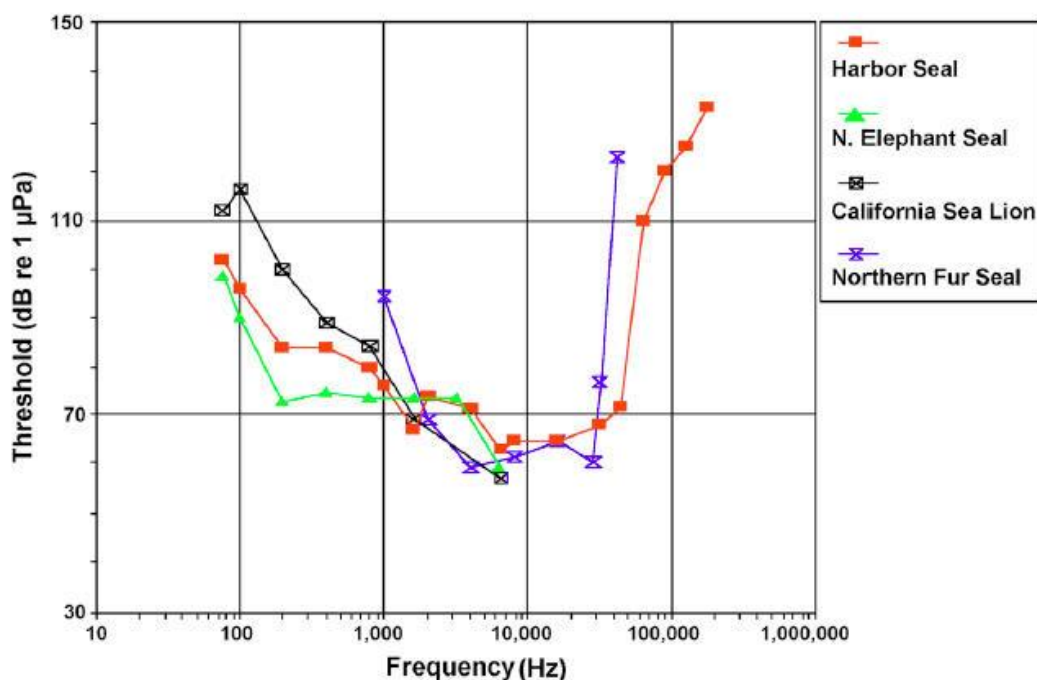


Figure 21. Underwater audiograms of selected pinniped species. Adapted from Richardson et al. (1995), based on the Northern elephant seal and California sea lion (7 year-old) data of Kastak and Schusterman (1998); averaged harbour seal data of Möhl (1968), Kastak and Schusterman (1995, 1998), and Terhune and Turnbull (1995); and Northern fur seal data of Moore and Schusterman (1987).

Figura 4. Audiograma típico para pinnípedos (focas, leones marinos).



Puede apreciarse que los rangos de audición en frecuencia para los mamíferos marinos están en general desfasados con el rango correspondiente a los pulsos sísmicos que se produce típicamente en las frecuencias bajas, principalmente por debajo de 200-250 Hz, con su energía máxima entre 10-120 Hz y con un pico máximo de energía alrededor de los 50 Hz (Richardson et al., 1995). Para el presente proyecto, el máximo de emisiones de la fuente de energía de aire comprimido se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

Este hecho originó un interesante trabajo llevado a cabo por Subacoustech (Nedwell, J., 1999), en el cual se propone analizar la intensidad del sonido en función del “filtro” que ofrece la capacidad auditiva de cada especie.

El trabajo de campo consistió en efectuar medidas del sonido irradiado por una campaña sísmica 3D en los bloques 14/14a del Mar del Norte en 1998.

Además de expresar el sonido en dB como hasta ahora, en este trabajo se calcula un dBha (Especie), para el cual el sonido es “pesado” por un filtro dependiente de la frecuencia. El sufijo ha indica que el sonido es pesado por la “habilidad de oír” (*hearing ability*) de la especie. El nivel expresado en esta escala es diferente para cada especie y corresponde a la percepción del sonido por la especie.

A continuación, se presenta el diagrama de presiones, no pesado, correspondiente a la emisión de energía de aire comprimido proveniente de una fuente de energía de aire comprimido, y su serie temporal, medidas a 10 m de profundidad y 3000 m de distancia de la fuente.

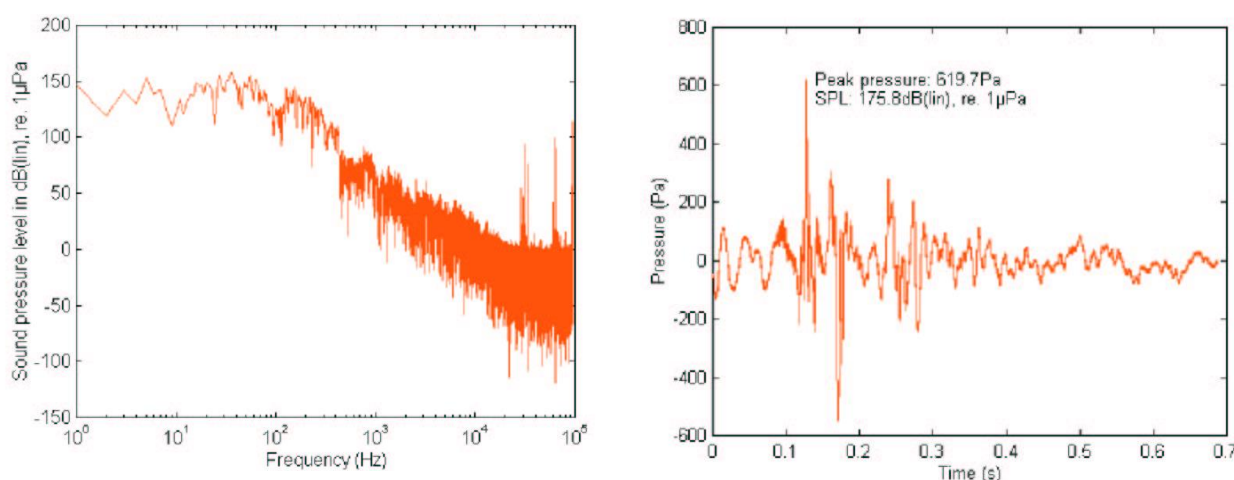


Figura 5. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell J. et al., 1999).

En las siguientes figuras se representan, los diagramas filtrados correspondientes a un pez (bacalao) y un mamífero marino (foca), medidas en el mismo punto:



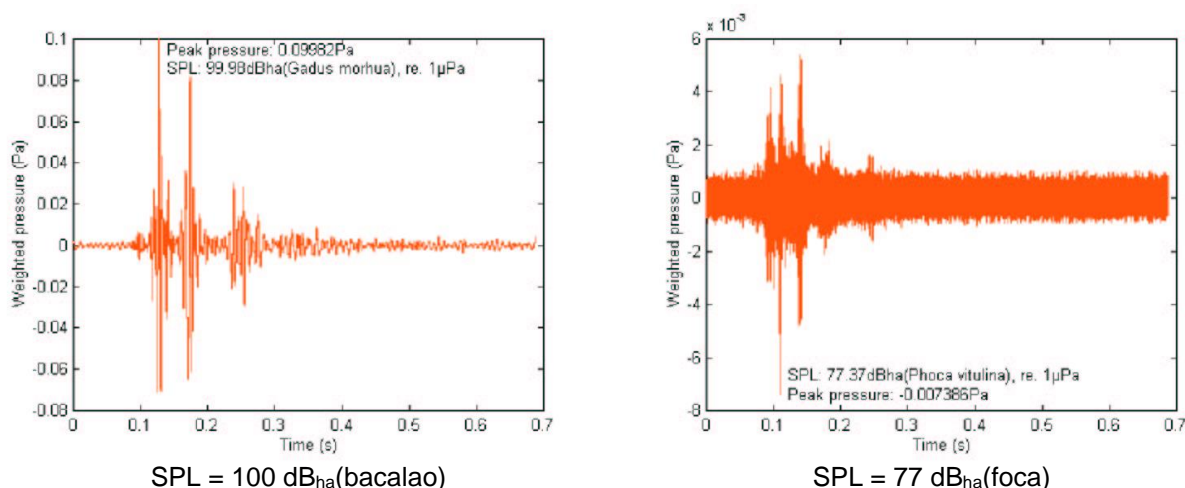


Figura 6. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Nedwell J. et al., 1999).

Si se compara la Figura 5 (derecha) y la Figura 6, puede apreciarse el fuerte descenso que se produce en relación con el nivel de ruido sin filtrar (de 176 dB a 100 dB para el pez y a 77 dB para la foca), lo cual brinda una idea de la diferente resistencia al sonido que puede tener cada especie, y muestra la validez relativa de los valores de dB expresados en forma convencional.

En línea con este pensamiento y reconociendo que el establecimiento de los límites de seguridad para la exposición de los mamíferos marinos al ruido bajo el agua, es controvertido y adolece de una falta de pruebas suficientes, Southall y otros, (2007), realizaron una revisión exhaustiva de las evidencias disponibles, definiendo criterios de protección a los mamíferos marinos. Este informe se ha convertido en una referencia obligatoria en este tema y ha sido muy tenido en cuenta para el establecimiento de criterios por diversas Administraciones como U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS). En informes recientes, el NMFS (2018) y luego Southall y otros (2019) resumen particularmente los nuevos conocimientos obtenidos desde 2007. Este progreso llevó a ajustar los rangos funcionales de audición para las diferentes categorías de mamíferos marinos y a nuevos umbrales para el TTS y el PTS.

3.2 MAMÍFEROS MARINOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre los mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a posible perturbación física y riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones sonoras de los buques y el helicóptero a utilizar en el caso eventual de situaciones de emergencia);
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.



3.2.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Las ondas sonoras se mueven a través de un medio transfiriendo energía cinética de una molécula a la otra. El mar es un ambiente lleno de sonidos. En el medio marino, los organismos marinos usan el sonido para muchas funciones vitales para informarse sobre su entorno, para detectar presas y predadores, para orientarse y para comunicarse socialmente (Hawkins y Popper 2014).

Ciertos eventos naturales están asociados con situaciones de amenaza cercana para ciertos organismos marinos, que presentan estrategias adaptativas desarrolladas evolutivamente para minimizar su exposición ante dichas fuentes predecibles de amenaza. Como ejemplo, las erupciones marinas con escapes de gases y lava pueden estar anunciados mediante ondas sonoras y sísmicas (Matsumoto et al. 2011), son percibidas por encima del ruido de fondo, y activando alarmas fisiológicas que se traducen en comportamientos de escape (Kaniklides 2014). Otros sonidos extremadamente fuertes son considerados ruidos molestos o desagradables, que generan comportamientos de desplazamiento o evitación. La mayoría de los vertebrados marinos presenta mecanismos auditivos, pero es importante tener en cuenta que los animales también detectan ondas sonoras por mecanismos no auditivos (Wartzok and Ketten 1999).

Los animales no han evolucionado con los ruidos antropogénicos, que son muy variados, no siguen patrones cíclicos naturales y tampoco son necesariamente predecibles en espacio y tiempo por los organismos.

Los animales que quedan expuestos a ruidos antropogénicos elevados o por tiempos prolongados pueden experimentar resonancia pasiva que genera daños directos que pueden ir desde hematomas pasando por ruptura de órganos hasta casos extremos de muerte por barotrauma (ej. por explosiones). Estos daños pueden provocar un corrimiento de los umbrales auditivos de manera temporaria (TTS) o permanente (PTS), comprometiendo las capacidades de comunicación y de detectar amenazas. Para evitar esta situación, se han desarrollado medidas de mitigación que alertan a los organismos de la presencia de una fuente de ruido intenso (ej. Protocolos de Soft start) y también lineamientos para calcular estos umbrales y definir distancias seguras para suspender la operatoria sísmica si un organismo de una especie de interés penetra dentro de dicho radio (NMFS, 2018; Prideaux, 2016).

El enmascaramiento es considerado una de las principales amenazas dadas por el ruido antropogénico. En este proceso el umbral de audición de un individuo se eleva por la presencia de otro sonido (enmascarante) (ANSI, 2008). Erbe y otros (2016) señalan que el sonido subacuático puede interferir con la capacidad de los organismos para recibir y procesar sonidos relevantes y podría potencialmente impactar en la aptitud física individual, pero todavía no hay suficiente información como para incorporarlo en las estrategias de regulación o los enfoques de mitigación.

Los ruidos antropogénicos pueden desplazar a los animales de áreas de cría, refugio o alimentación y también pueden enmascarar sonidos naturales como los de las presas, predadores o potenciales parejas reproductivas. Para muchos organismos, vertebrados en particular, los ruidos pueden generar además estrés, distracción, confusión y pánico, que pueden incidir en el crecimiento corporal, la reproducción, y la supervivencia de los individuos, afectando a su vez sus poblaciones a largo plazo (Popper et al., 2014, Hawkins and Popper, 2016).

La Tabla 23 presenta una síntesis de los impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos.



Tabla 23. Impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos Fuente: modificado de Hawkins y Popper (2016).

| Impactos | Efectos sobre individuos |
|--|--|
| Daño a tejidos, disrupción fisiológica | Daños a tejidos corporales por hematomas, hemorragias internas, rotura o pérdida de funcionalidad. |
| Daños al sistema auditivo | Daño a células con pelos sensoriales, corrimientos temporales (TTS) o permanentes (PTS) de los umbrales auditivos, ruptura de órganos accesorios de la audición. |
| Enmascaramiento | Enmascaramiento de sonidos biológicamente relevantes, incluyendo los de individuos de la misma especie. |
| Cambios comportamentales | Interrupción de las actividades normales, cambios en los patrones de buceo y respiratorios, el desplazamiento y la migración desviación, cambios en el comportamiento social, cambios en los patrones de vocalización, cambios en los procesos cognitivos y los efectos ecológicos como el enmascaramiento u obstaculización de la detección acústica pasiva de presas, depredadores y conespecíficos o también amenazas antropogénicas, y obstaculización del uso de hábitat críticos o del área de acción o uso habituales o preferidas, y modificación de las rutas de migración. |

3.2.1.1 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos

En la presente sección se hace un análisis y revisión de los impactos potenciales esperables para los distintos grupos de mamíferos marinos, con énfasis en las especies de interés para el proyecto.

Los efectos potenciales de la prospección sísmica en los mamíferos marinos incluyen la alteración del comportamiento (alimentación, reproducción, descanso, migración), desplazamiento localizado, cambio en las vocalizaciones, enmascaramiento de los sonidos necesarios para la comunicación y la navegación, estrés fisiológico, y lesiones físicas, incluidos los daños auditivos temporales o permanentes. El alcance de los efectos varía dependiendo de las especies de mamíferos, nivel sonoro / proximidad a la fuente sísmica y actividad de preexposición (Dalen et al. 2007). Se especula que existe un vínculo entre el ruido de las prospecciones sísmicas y los varamientos de cetáceos en base a una docena de eventos registrados (Castellote y Llorens, 2016) pero no existen casos documentados con pruebas concluyentes de varamientos de mamíferos marinos directamente relacionados con estudios sísmicos.

Una breve exposición a sonidos fuertes puede provocar un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS) (Davis y et al. 2000). En los mamíferos marinos que no tienen comportamiento de evitación a la sísmica (por ejemplo, las focas), la exposición prolongada a un sonido fuerte y continuo puede causar un cambio permanente del umbral de audición (PTS), con una pérdida de audición permanente.

Los grupos auditivos se usan especialmente para indicar la susceptibilidad de pérdida de audición debido a sonidos intensos (NIHL noise-induced hearing loss). Se considera que los riesgos de impactos auditivos se asocian con sonidos dentro del rango auditivo generalizado, mientras que fuera del rango ese riesgo de impacto es improbable o muy bajo (Yost, 2007, Finneran 2015, Southall et al 2019).



La Tabla 24 presenta los valores de sonidos a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pk es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples. Para fuentes móviles se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado (Sivle et al., 2015), usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 24. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019.
Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz to 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición.

| Código | Grupo auditivo | Inicio PTS | | Inicio TTS | |
|--------|--|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| | | SPL pK ¹ (no ponderado) | SELcum ² (ponderado) | SPL pK ¹ (no ponderado) | SELcum ² (ponderado) |
| LF | Cetáceos de frecuencias bajas | 219 | 183 | 213 | 168 |
| HF | Cetáceos de frecuencias altas | 230 | 185 | 224 | 170 |
| VHF | Cetáceos de frecuencias muy altas | 202 | 155 | 196 | 140 |
| PW | Carnívoros Fócidos | 218 | 185 | 212 | 170 |
| PO | Pinnípedos Otaridos y otros carnívoros | 232 | 203 | 226 | 188 |

¹ SPL pK (L_p,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)
² SELcum (L_E,p, 24h) Re: 1µPa²s (valores ponderados)

Se puede apreciar que la categoría más exigente corresponde a los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo (275 Hz a 189 kHz) se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora a emitirse durante el relevamiento sísmico. Como se indica en el Capítulo 4, el máximo de emisiones de la fuente de energía de aire comprimido se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 cuyos resultados para el grupo de mamíferos se resumen para el área CAN_100-108 en la Tabla 25 y para el área CAN_114 en la Tabla 26 la condición de SPL pk (0 – p) más exigente se corresponde con el umbral de pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF). Este umbral se alcanza en el área CAN_100-108 en un radio de unos 1006 metros con centro en la fuente, y para el área CAN_114 en un radio de 945 metros. Por su parte, el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo resulta también para el grupo VHF, el cual se alcanza para las áreas el área CAN_100-108 a unos 391 metros, y a 377 metros para el área CAN_114. Estas últimas distancias, las correspondientes al criterio PTS, son las que se utilizan para establecer las áreas o radios de exclusión que en este caso podría establecerse para ambas áreas CAN_100-108 y CAN_114 en 400 metros.



Tabla 25. Distancias a la fuente (en metros) para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN_100-108, basado en Punto SO-1000

| Grupo Auditivo | SPL pK (0-p) (dB re 1 μ Pa) | Suelo Fango variante F1 sobre Grava variante G3 | | Suelo Arena "base" AB sobre Grava "base" GB | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| | | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° |
| PTS – LF | 219 | <50 | 50 | <50 | 50 |
| PTS – HF | 230 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| PTS – VHF | 202 | 205 | 391 | 205 | 391 |
| PTS – PW | 218 | <50 | 52 | <50 | 52 |
| PTS – PO | 232 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| TTS – LF | 213 | 50 | 97 | 50 | 97 |
| TTS – HF | 224 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| TTS – VHF | 196 | 514 | 1006 | 524 | 1006 |
| TTS – PW | 212 | 55 | 110 | 55 | 110 |
| TTS – PO | 226 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Limite convencional de afectación | 190 | 2144 | 4240 | 2200 | 3737 |

Tabla 26. Distancias a la fuente (en metros) para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN_114, basado en Punto O-1000

| Grupo Auditivo | SPL pK (0-p) (dB re 1 μ Pa) | Suelo Fango variante F1 sobre Grava variante G3 | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|
| | | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° |
| PTS – LF | 219 | <50 | 50 |
| PTS – HF | 230 | <50 | <50 |
| PTS – VHF | 202 | 200 | 377 |
| PTS – PW | 218 | <50 | 52 |
| PTS – PO | 232 | <50 | <50 |
| TTS – LF | 213 | 50 | 96 |
| TTS – HF | 224 | <50 | <50 |
| TTS – VHF | 196 | 505 | 945 |
| TTS – PW | 212 | 54 | 109 |
| TTS – PO | 226 | <50 | <50 |
| Limite convencional de afectación | 190 | 2149 | 4314 |

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se aplicó el criterio de SELcum de manera de verificar si la distancia de exclusión antes obtenida debía ser ampliada por superación de los umbrales de PTS para alguno de los grupos auditivos.

Para ello, se consideró una duración del procedimiento de arranque suave mínima de 20 minutos, verificándose que si la misma se incrementa es esperable que la acumulación de SELcum sea inferior.

La situación más restrictiva de SELcum se genera para los cetáceos de frecuencias auditivas bajas (PTS – LF), no obstante lo cual, planteando escenarios de trayectorias de escape razonables conforme a los antecedentes bibliográficos se obtienen valores de SELcum inferiores al umbral de PTS, ratificándose así que la distancia de exclusión del criterio SPLpeak es válida.



Para el grupo LF integrado por las ballenas, varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales, que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al., 2007). Las exposiciones crónicas de larga duración y también de mayor extensión espacial, generan desplazamientos que se extienden mientras se mantiene el ruido. Este desplazamiento puede implicar la pérdida del acceso a hábitats de alimentación de alta calidad, en particular si el comportamiento de alimentación es estacional o si las áreas de alimentación son temporarias, fragmentadas o muy localizadas. El desplazamiento puede reducir las oportunidades de reproducción si tiene lugar durante la época de apareamiento. Las ballenas dependen de comunicación acústica para comunicarse socialmente, y emplean sonidos para poder aparearse, criar, alimentarse y migrar. Aunque no se han determinado sus capacidades auditivas se han documentado impactos de exposiciones a ruidos, fisiológicos de aumento de los niveles de stress y comportamentales. Se han documentado desplazamientos, cambios en vocalizaciones, comportamiento de alimentación, abandono de áreas tradicionales de cría, y enmascaramiento de sonidos. Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración. (Dunlop et al., 2013).

Por lo tanto, los hábitats de alimentación y la época de reproducción son aspectos claves para evaluar el impacto sonoro a nivel poblacional. En el Atlántico Noroccidental, Moulton y Holst (2010) observaron ballenas azules manteniendo mayores distancias de los buques sísmicos mientras las baterías de fuentes de aire comprimido estaban operativas. Los estudios realizados durante las prospecciones sísmicas en el Reino Unido de 1997 a 2000 informaron que si bien no hubo diferencias en las tasas de avistamiento de misticetos con buena visibilidad según la operatoria sísmica, las ballenas mostraron evasión localizada cuando las fuentes de energía sonora estaban en funcionamiento (Stone y Tasker 2006). También está bien documentado que las ballenas azules cambian los patrones y frecuencias de vocalización durante los estudios sísmicos (Di Lorio y Clark, 2010).

Para las especies del grupo HF típicas de hábitats offshore se han hecho mediciones de desplazamientos y algunas medidas indirectas de disturbios como cambios en el comportamiento de vocalizaciones en zifios, delfines moteados atlánticos y delfines listados (Castellote, 2017). Los cachalotes expuestos de manera crónica a prospecciones sísmicas en el golfo de México no mostraron comportamiento de evitación, pero redujeron su velocidad de desplazamiento y también de alimentación (Miller et al 2009). No se han hecho determinaciones en cautiverio de TTS y solo hay una descripción anecdótica de un posible daño fisiológico debido a exposición al ruido de las fuentes de aire comprimido en un delfín moteado pantropical (Gray y Waerebeek 2011). Los problemas de desplazamiento espacial pueden generar efectos indirectos indeseables como desplazamientos de los delfines hacia áreas de pesca donde pueden quedar enganchados por las redes. En el caso de los cachalotes, los procedimientos de mitigación asumen que los animales evitan las áreas con ruidos intensos, pero no hay evidencias a favor de que tengan comportamiento de evitación. Si bien se desconocen bastante las áreas reproductivas de estas especies, se pueden hacer algunas generalizaciones para ciertas especies. La distribución de los cachalotes está relacionada con la topografía (Pirotta et al., 2011) y los individuos solitarios usan el hábitat de manera distinta que en grupos. La ocurrencia de giros oceánicos y áreas de topografía variada como cañones y montes submarinos deben ser considerados siempre como áreas sensibles para los cetáceos, aunque no haya registros o éstos no sean abundantes.



Para el grupo VHF, se considera que los impactos más probables se darán por desplazamiento de las áreas de acción habituales, incluyendo permanecer más tiempo en áreas profundas. Este grupo está integrado mayormente por especies que son predadores oportunistas, que explotan presas que son abundantes estacionalmente. Algunas especies presentan patrones diarios de acercamiento a la costa, ya sea para descansar o para alimentarse en la zona costera. Algunas especies tienen áreas de acción muy reducidas y son más vulnerables si la prospección sonora se da justo en dichas áreas. Las bocas de los ríos y los cañones submarinos suelen ser áreas donde se concentran muchos individuos. Las alteraciones en el comportamiento de natación (buceo y búsqueda de alimento) podrían producir efectos como los problemas de intercambio de gases resultantes de los patrones repetitivos de inmersión a poca profundidad (Zimmer y Tyack 2007).

Para los grupos de pinnípedos, tanto PW como PO, hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos, entre los que se incluyen corrimientos de umbrales auditivos, aullidos de alarma, y cesación de alimentación. Las estrategias de alimentación los ponen en situación de riesgo a exposición de ruidos, ya que muchos se alimentan de noche, otros realizan desplazamientos diarios hacia las áreas de alimentación desplazándose por el fondo, y muchos se desplazan en profundidad o por distancias considerables para alimentarse. Además de tener oídos adaptados a la audición acuática poseen vibrisas que son muy sensibles a vibraciones en el agua y proveen información sobre potenciales presas. Las actividades de sonorización sísmica afectan dicha sensibilidad y enmascaran los movimientos de las presas. Se han observado desplazamientos como respuesta principal a los ruidos antropogénicos. Las épocas más vulnerables son durante la época de amamantamiento y destete. También muchos pinnípedos presentan una elevada fidelidad a sus colonias de cría y su alejamiento puede aumentar el riesgo de extinción local de las colonias. Las especies buceadoras de profundidad pueden estar expuestas a sonidos mayores que los predichos por los modelos de propagación simples, particularmente en zonas de convergencia oceánica, que de por sí son áreas con niveles de ruido natural mayores. Muchos pinnípedos no tienen respuesta de desplazamiento con alejamiento de la fuente de ruido, pero si de permanecer en superficie, lo que implica dejar de alimentarse.

3.2.1.2 Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos

Algunos mamíferos marinos pueden evitar el daño potencial que puede provocar el ruido de emisiones de energía de aire comprimido, alejándose de la fuente. Para ello, deben determinar dónde está dicha fuente, sea mediante diferencias de fase (tiempo de llegada) a sus dos oídos, o por diferencias de intensidad.

Richardson y otros, (1995) realizaron análisis de antecedentes sobre el comportamiento de mamíferos marinos, concluyendo que existe una gran diversidad de habilidades para las diferentes especies, dependiendo del rango de frecuencia, intensidad-duración del pico sonoro, morfología del lecho marino, etc. El sonido puede llegar también en forma directa y luego su eco por reflexión en el lecho. Las observaciones realizadas indican que los mamíferos marinos tienden a evitar las zonas con intenso ruido. El siguiente gráfico ilustra el movimiento registrado de un grupo de mamíferos marinos cuando la fuente de emisión de energía de aire comprimido está inactiva (parte superior) y cuando la misma se encuentra emitiendo energía de aire comprimido (parte inferior), pudiéndose apreciar en forma de círculos concéntricos las isolíneas de igual intensidad de sonido (en dB).



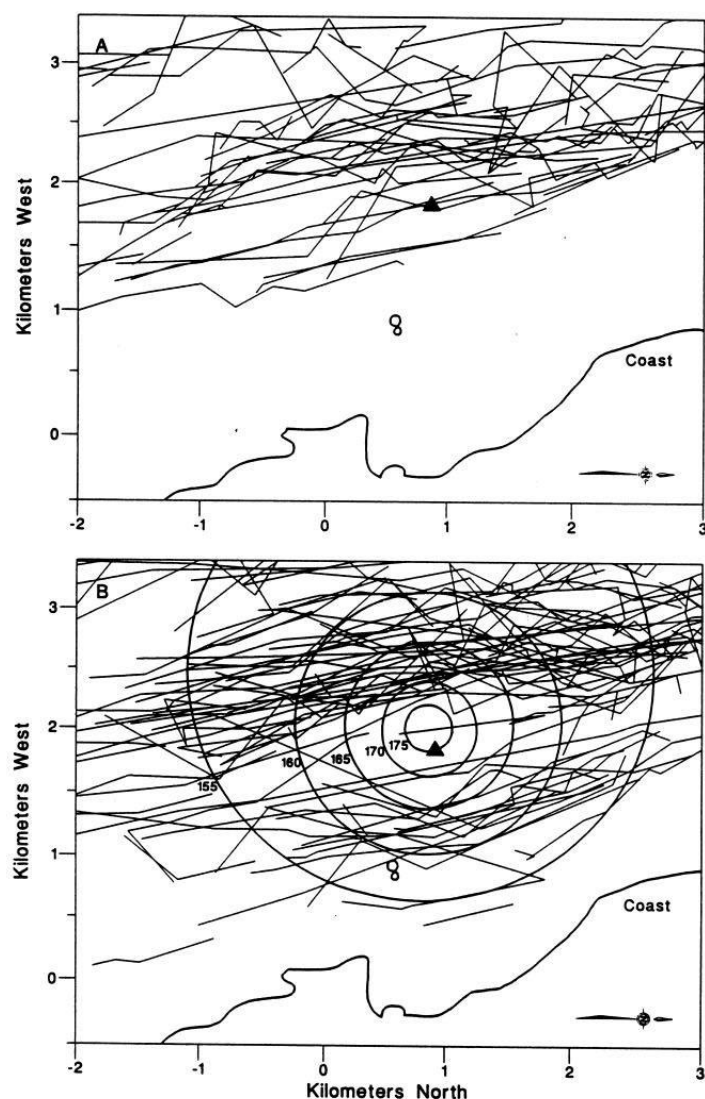


Figura 7. Trayectorias de mamíferos marinos (ballenas grises) sin y con operación de un buque sísmico, y líneas de iso-intensidad sonora.

Existen diversos antecedentes que muestran un comportamiento similar, como el experimento típico que se presenta en la siguiente figura, que corresponde a un cruce entre una ballena y un buque sísmico en operación. La ballena incrementó su velocidad de unos 7 a 20 km/h al pasar cerca de la línea de cruce, evitando que la distancia ballena-barco se reduzca a menos de 1,5 a 2 km. El gráfico de la izquierda muestra las trayectorias del buque, de la embarcación de seguimiento y de la ballena.



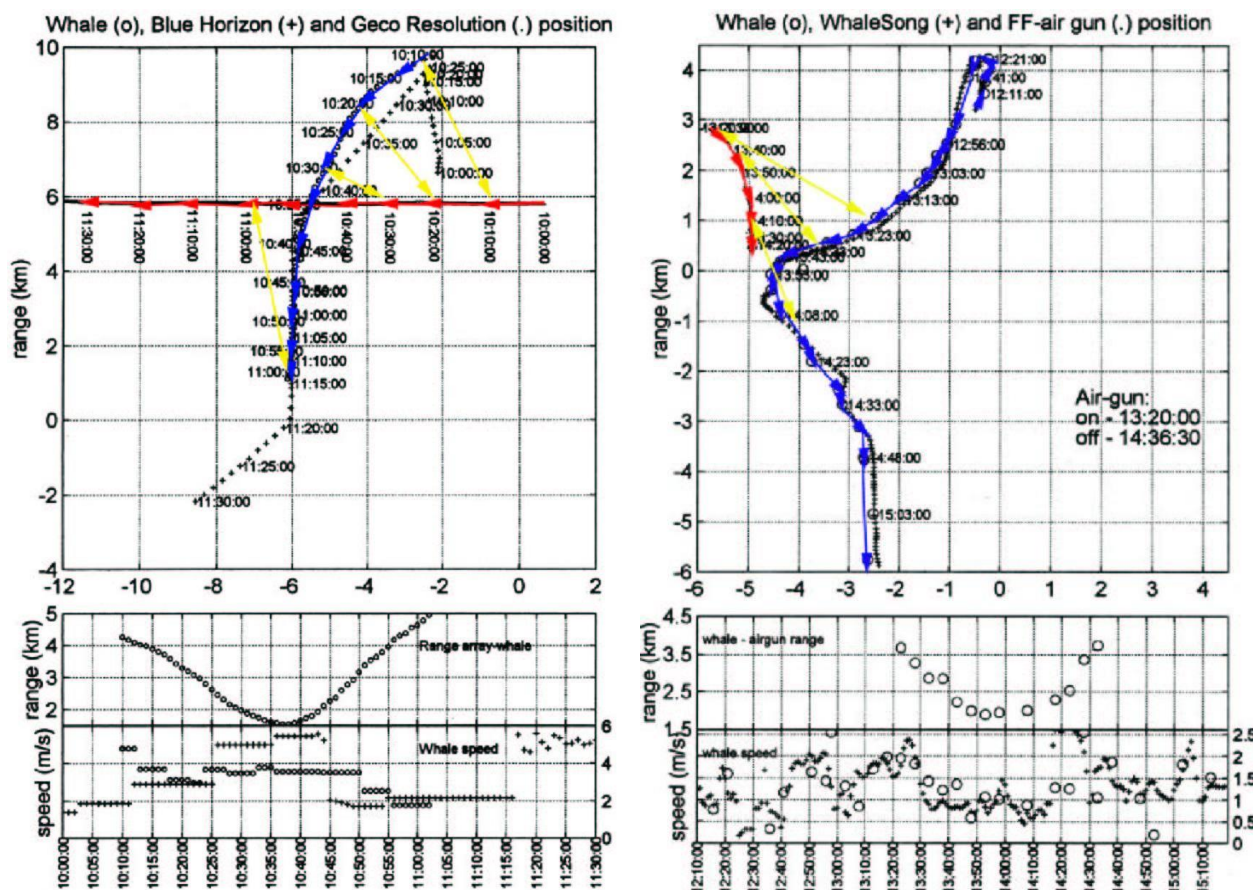


Figura 8. Trayectoria de un mamífero marino (ballena) en cercanías de un buque sísmico operativo.

Otro ejemplo de alejamiento de un mamífero marino sin cruce de trayectorias se presenta en el gráfico de la derecha. Nuevamente, el animal evoluciona de forma de mantenerse alejado de la fuente sonora.

Teniendo en cuenta estas características del comportamiento animal, considerando que los mismos tienden a alejarse de la fuente sísmica, la pregunta es si podrán hacerlo lo suficientemente rápido para evitar un daño o impacto adverso.

Para que ello sea posible, es importante que el nivel de ruido se vaya incrementando en forma progresiva, para que los animales no se vean sorprendidos por una emisión de energía de aire comprimido de alta intensidad, encontrándose a corta distancia de la fuente.

Ese es el principio que se aplica para el arranque suave (Soft Start), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo - en particular, en las "Directrices para minimizar el riesgo de daños a los mamíferos marinos frente a los estudios geofísicos" del Comité Conjunto de Conservación de la Naturaleza del Reino Unido (*"Guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys"* del United Kingdom Joint Nature Conservation Committee) (JNCC, 2017).

En la práctica, dado que el sonido de una emisión de energía de aire comprimido de una fuente individual alcanza en general los 220 dB re 1 μ Pa-m, se van activando las fuentes en una lenta secuencia hasta alcanzar la máxima potencia, superior a 250 dB re 1 μ Pa-m reales, entre 20 y 40 minutos después del inicio.



En la siguiente figura se muestran resultados de un experimento realizado por Subacoustech (Nedwell, J., 1999) para medir la intensidad sonora en función del volumen de aire de la detonación, que indican una clara tendencia ascendente:

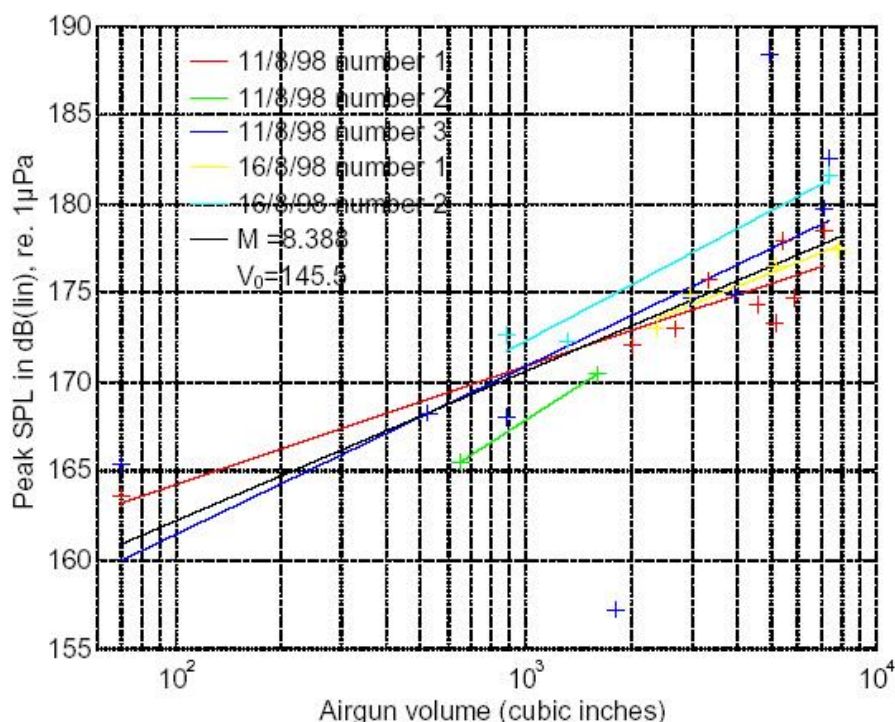


Figura 9. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido.

En la Figura 10 se puede visualizar que este procedimiento puede ser suficiente para evitar el acercamiento de los mamíferos a la fuente. En el mismo se muestran las distancias desde la fuente en que se encuentran las líneas de 160 dB re 1 μ Pa (posible umbral de comportamiento evasivo) y 196 dB re 1 μ Pa (posible umbral de daño considerado en el experimento).

Se muestra la distancia de la fuente correspondiente a un cetáceo que se aleje a una velocidad de 8 nudos (14 km/h) escapando de un buque que se mueve a 5 nudos (9 km/h), en la peor dirección posible (que es la dirección de avance del buque). La diferencia de velocidades será entonces de 3 nudos, y, en este ejemplo, puede apreciarse que el animal puede mantenerse a una distancia segura de la fuente.



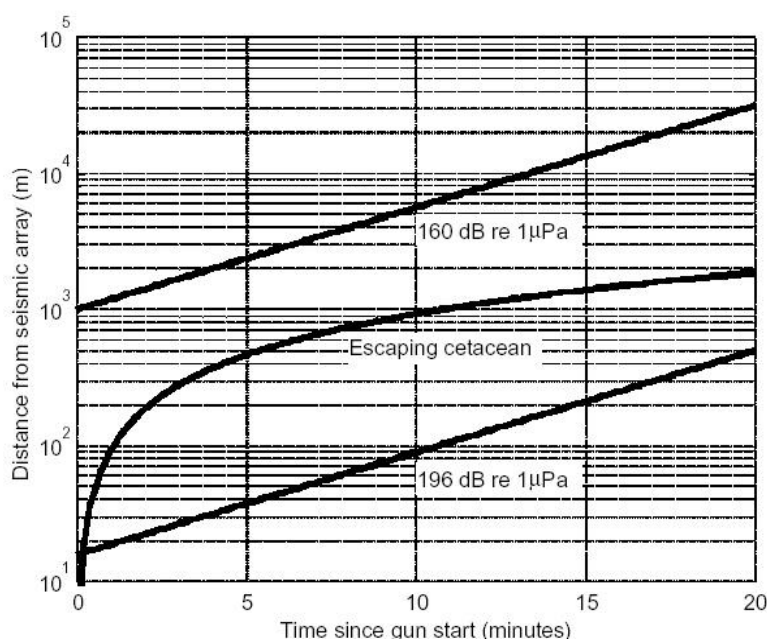


Figura 10. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Arranque Suave.

Si bien este procedimiento no garantiza que todos los mamíferos marinos podrán alejarse de la fuente lo suficiente en todas las circunstancias, y tiene como factor negativo que genera un incremento en la cantidad de ruido “no útil” que se genera, es considerado una medida adecuada para minimizar los riesgos tanto para los individuos como para las poblaciones animales.

3.2.1.3 Importancia del impacto

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental, el área donde se planifica la prospección sísmica tendría una función como área de paso y área de alimentación. No constituye un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes, no obstante, para algunos de presencia probable no se puede descartar esta posibilidad debido a falta de información. Si bien la sensibilidad podría considerarse moderada a lo largo de todo el año. En el caso de las 4 especies de ballenas clasificadas como de alta sensibilidad (Ballena franca austral, Ballena Sei, Ballena azul y Ballena fin) no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, pero en principio podría considerarse más crítico la primavera.

En este sentido es dable considerar que los controles existentes asociados con el proyecto incluyen el uso de un procedimiento de arranque suave que se llevará a cabo cada vez que se active el conjunto de fuentes después de un período de inactividad (superior a 20 minutos) en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo, y la observación por parte de personal especializado que monitoreará que no haya presencia de mamíferos en los radios de exclusión establecidos entorno a las fuentes de emisión sonora antes de que la fuente sísmica sea activada procediendo al arranque suave.

Considerando la implementación de medidas de mitigación (arranque suave) la modelación acústica establece que el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo, que se corresponde con el umbral de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), se alcanza para el área CAN_100-108 en un radio de unos 391 metros con centro en la fuente, y a 377 metros para el área CAN_114.



En base a la metodología de evaluación propuesta, teniendo en cuenta la sensibilidad del área de influencia del proyecto la intensidad del impacto se considera, en forma precautoria y teniendo en cuenta el periodo de realización del proyecto (primavera 2021 – verano 2022), alta durante el periodo de primavera y moderada en verano. El impacto tendrá una extensión parcial considerando la afectación de solo una porción de un área de importancia de alimentación que tiene una distribución mucho más amplia. El efecto será de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de adquisición y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en el corto plazo, ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por la modificación de la cadena trófica por alteración de sus fuentes de alimentación - peces, invertebrados-); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que como se verá más adelante no se prevén afectaciones de elevada magnitud sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. El impacto será periódico (en el sentido de que no es un efecto impredecible en el tiempo o constante) ya que toda la actividad se encuentra programada, y a su vez mitigable considerando la aplicación de los protocolos antes mencionados. Por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los mamíferos. Considerando la condición más desfavorable que se daría cuando las prospecciones se realicen en la primavera 2021, la importancia del impacto de la adquisición sísmica sobre los mamíferos marinos resulta moderada.

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del impacto resultante de acuerdo a la metodología matricial se presenta en la Tabla 36.

3.2.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

La navegación del buque sísmico y los de apoyo pueden presentar un riesgo físico potencial para los mamíferos marinos.

De producirse estos impactos, se darían principalmente en el entorno de alta mar. Se planifica que las actividades duren aproximadamente 159 días y que en ellas participen el buque sísmico, el equipo sísmico remolcado y los buques de apoyo. El buque logístico participará a su vez en la transferencia de residuos, suministros y tripulación desde el buque sísmico al Puerto de Mar del Plata, lo que podrá implicar un impacto fuera de las áreas operativas de las zonas de adquisición de datos sísmicos, pero limitados a las rutas de navegación.

Muchas especies de mamíferos marinos pueden ser vulnerables a las perturbaciones físicas o a las colisiones con buques en movimiento. La mayoría de los informes de colisiones implican a grandes ballenas, pero también se producen colisiones con especies más pequeñas (van Waerebeek et al., 2007). Las especies de mamíferos marinos que preocupan por la posible colisión con buques que operan a velocidad son principalmente las especies de movimiento lento y las especies de inmersión profunda mientras están en la superficie (por ejemplo, cachalotes, y zifios) (BOEM, 2014).



Las consecuencias de la colisión de un buque con un mamífero marino pueden variar desde una pequeña perturbación o lesión hasta el peor de los casos de muerte. Este riesgo se considera limitado dado el volumen relativamente bajo de tráfico relacionado con el Proyecto y la velocidad a la que se espera que se muevan las embarcaciones del Proyecto (menos de 5 nudos) y que el movimiento del buque sísmico es en general en línea recta, aunque el buque logístico puede moverse más rápido (10-12 nudos) mientras está en tránsito desde y hacia las áreas de adquisición de datos sísmicos durante las operaciones de reabastecimiento / cambios de tripulación. También el buque sísmico viajará más rápido (13 -15 nudos) durante la movilización a las áreas de adquisición de datos sísmicos pero estas operaciones se ven limitadas a escasos días (alrededor de 2 días de movilización, 2 días de desmovilización y uno de tránsito entre las áreas CAN_100-108 y el área CAN_114). La velocidad del barco es un factor clave para determinar la frecuencia y la gravedad de las colisiones con barcos, y el potencial de colisión aumenta a partir de una velocidad de 15 nudos (NOAA, 2016).

Los efectos sobre el comportamiento como el riesgo de colisión suelen ser más significativos en el caso de buques pequeños y rápidos que cambian de dirección con frecuencia, a diferencia de los grandes y relativamente lentos buques asociados al proyecto (NOAA, 2019).

En general, se supone que la probabilidad de encuentro, y por tanto de impacto, es muy baja no obstante las operaciones de los buques dentro de áreas de reproducción y cría o corredores de migración pueden aumentar la probabilidad de colisión de un barco con estas especies.

Como se mencionó anteriormente, si bien la zona donde operarán los buques asociados al proyecto no constituiría un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes, la misma tendría una función como área de paso y área de alimentación. Aun cuando no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, la primavera podría considerarse de sensibilidad elevada y el resto del año moderada. Si bien el proyecto abarca una parte de este periodo de mayor sensibilidad (inicio durante el mes de octubre 2021), es probable que la trayectoria y los movimientos asociados a los buques sísmicos y de apoyo no sean significativos teniendo en cuenta la vasta superficie del ambiente en aguas abiertas y la escasa cantidad de buques asociados al proyecto (3), por lo que la intensidad del impacto se considera media. Además, las aguas que rodean a la embarcación de prospección durante la misma serán vigiladas por los Observadores de Fauna Marina para detectar la presencia de mamíferos marinos. El alcance del impacto sería puntual, dada la baja frecuencia de ocurrencia y la distribución no aleatoria tanto de los mamíferos marinos como de la actividad de exploración en el área del proyecto. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la duración del proyecto y reversible en el corto plazo, ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar la campaña, y a su vez mitigable considerando la aplicación de los protocolos antes mencionados. Teniendo en cuenta lo antedicho, la importancia de este impacto sobre los mamíferos marinos resulta baja.

3.2.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.2.3.1 Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero)

Producto de la operación de los buques del proyecto y eventualmente del helicóptero que operará en caso de situaciones de emergencia, se producirán emisiones sonoras subacuáticas y aéreas.

La fuente dominante de ruido de los buques procede del funcionamiento de las hélices, incluida la cavitación y la propulsión, y la intensidad de este ruido está relacionada en gran medida con el tamaño y la velocidad del buque.



En líneas generales, a mayor tamaño o velocidad del buque, mayores serán los niveles de emisión (Richardson et al., 1995). Dependiendo del tamaño y la velocidad, los niveles de emisión pueden variar entre (Götz et al., 2009):

- 160 – 175 dB re 1 μ Pa (SPL) para embarcaciones de hasta 50 m de eslora (usualmente empleadas para uso recreacional y deportes acuáticos)
- 165 – 180 dB re 1 μ Pa (SPL) embarcaciones medianas entre 50 y 100 m de eslora (como lo son para el proyecto bajo estudio el buque sísmico y los de apoyo)
- 180 – 190 dB re 1 μ Pa (SPL) embarcaciones de eslora superior a 100 m (buques portacontenedores/cargadores, superpetroleros y cruceros)

En el caso bajo estudio el buque sísmico operará a velocidades entre 4 y 5 nudos, mientras que los buques de apoyo podrán operar a mayores velocidades para efectivamente recorrer el área alrededor del sísmico.

Respecto a las dimensiones del BGP Prospector, cuenta con 100 m de eslora. En este sentido, se espera que el buque sísmico tenga el mayor impacto acústico del total de buques involucrados en la operatoria, con un nivel de emisión estimado de aproximadamente 180 dB re 1 μ Pa (SPL).

Bajo condiciones normales de operación y exceptuando los traslados del buque logístico, los impactos asociados a las emisiones de los buques de apoyo se encontrarán circunscriptos a las inmediaciones del buque sísmico dentro de las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114.

Por su parte, el buque sísmico operará a velocidades entre 4 y 5 nudos, mientras que los buques portacontenedores y otros buques de carga se trasladan a velocidades típicas de entre los 13 y 23 nudos, por lo que es poco probable que los niveles sonoros de los buques asociados al proyecto sean superiores a los de cualquier otro buque que opere normalmente en la zona. Asimismo, dado el escaso número de buques asociados al proyecto (3), no se espera que el volumen adicional de buques constituya un aumento significativo al tráfico de embarcaciones ya existente en el área de influencia del proyecto.

Dado que estos buques son generalmente silenciosos, la maquinaria y otros ruidos relacionados con la propulsión son transitorios y generalmente no se propagan a grandes distancias del buque. Durante la mayor parte del tiempo que el buque sísmico este navegando, estará operando sus fuentes de aire comprimido, por lo cual habrá periodos de tiempo muy limitados en los que el conjunto acústico no esté operativo, durante los cuales el sonido de los buques podrá ser la fuente de sonido predominante en el proyecto.



Los efectos sobre los mamíferos marinos del ruido producido por los buques sísmicos y de apoyo en movimiento carece aun de conclusiones firmes. Existe una amplia gama de informes de sus respuestas de comportamiento observadas, que difiere tanto entre especies y entre ellas. Se ha observado que varias especies de pequeños cetáceos dentados evitan las embarcaciones cuando se acercan a menos de 0,5-1,5 km (0,3-0,9 mi), con informes ocasionales de evitación a distancias mayores (Richardson et al., 1995). Los informes de las respuestas de las especies de cetáceos a los buques de motor en movimiento son variables, tanto entre especies como temporalmente. Las ballenas francas del Atlántico Norte pueden cambiar comportamientos, específicamente el comportamiento de llamada (cambiando la frecuencia de llamada), para compensar el aumento de los ruidos de baja frecuencia, como es el ruido asociado con los buques (Parks et al., 2007). La mayoría de los zifios tienden a evitar acercarse a los buques (Würsig et al., 1998) y pueden sumergirse durante un período prolongado cuando se acercan a una embarcación (Kasuya, 1986). Por otro lado, los delfines pueden tolerar embarcaciones de todos los tamaños, a menudo acercándose y montando las olas de proa y popa (Shane et al., 1986). En otras ocasiones, las especies de delfines que se sabe que se sienten atraídas por los barcos los evitarán. Dicha evasión está a menudo relacionada con el acoso previo de los animales por parte de los barcos (Richardson et al., 1995). Los delfines manchados pantropicales (*Stenella attenuata*) y los delfines giradores (*S. longirostris*) en el Pacífico tropical oriental, donde han sido blanco de la industria pesquera del atún debido a su asociación con estos peces, muestran que evitan los barcos de estudio hasta 11 km de distancia (Au y Perryman, 1982; Hewitt, 1985), mientras que los delfines tornillo en el Golfo de México fueron observados bordeando la proa del barco sísmico en todos los 14 avistamientos de esta especie durante una prospección (Würsig et al., 1998).

Teniendo en cuenta los antecedentes señalados, es conservador suponer que el ruido asociado a los buques de prospección relacionados con el proyecto puede, en algunos casos, provocar cambios de comportamiento en los mamíferos marinos individuales que se encuentran cerca de estos buques. Estos cambios de comportamiento pueden incluir maniobras evasivas, como bucear o cambiar la dirección y/o la velocidad de nado.

Basándose en el nivel de sonido generado por los buques, se espera que los impactos potenciales se limiten a efectos no fisiológicos como el cambio de comportamiento y la evitación localizada. Teniendo en cuenta el escaso número de buques asociado a las actividades del proyecto dentro del área operativa y en la presunción de que los individuos o grupos de mamíferos marinos pueden estar familiarizados con los diversos y frecuentes ruidos relacionados con los buques, los efectos del ruido de los buques sobre los mamíferos marinos se consideran poco significativos.

También el ruido del motor, las hélices, y la presencia física del helicóptero volando a baja altura pueden perturbar a los mamíferos marinos tanto por el ruido como por la perturbación visual. El funcionamiento de los helicópteros produce fuertes sonidos subacuáticos durante breves periodos cuando el helicóptero está directamente encima (Richardson et al. 1995). El nivel sonoro recibido bajo el agua depende de la altitud de la aeronave, la dirección y el ángulo de la aeronave en relación con el receptor, la profundidad del receptor y la profundidad del agua, y el tipo de fondo marino. El sonido emitido por los helicópteros suele estar por debajo de los 500 Hz y la presión sonora es mayor en la superficie del agua directamente debajo del helicóptero, pero disminuye rápidamente con la profundidad. La duración del sonido subacuático de las aeronaves que pasan es mucho más corta en el agua que en el aire; por ejemplo, la literatura identifica que un helicóptero Bell 214 (declarado como uno de los más ruidosos) es audible en el aire durante 4 minutos antes de que el helicóptero pase por encima de los hidrófonos subacuáticos y es audible bajo el agua durante sólo 38 segundos a 3 metros de profundidad y 11 segundos a 8 metros de profundidad (PGS, 2018). Debido a estas variables físicas se espera que la exposición de los mamíferos marinos al ruido relacionado con las aeronaves (incluido el ruido aéreo y el ruido submarino) sea de corta duración.



Teniendo en cuenta la utilización eventual del helicóptero que solo operará en el caso de que ocurra una emergencia que requiera la evacuación aérea, junto con la corta duración de la exposición potencial al ruido y la perturbación visual, se espera que los impactos potenciales de esta actividad sean poco significativos.

3.2.4 Derrames de hidrocarburos

Otro impacto ambiental potencial que se deriva del proyecto es el relacionado con el riesgo inherente a derrames accidentales de hidrocarburos. Estos riesgos son comunes a todas las operaciones de buques, y deben ser manejados a través de la adecuada planificación de estas actividades y de las medidas a ser aplicadas en caso de ocurrir contingencias. Se espera que con tales medidas, se logre disminuir el riesgo de accidente evitando cualquier daño al ecosistema acuático.

En general, un derrame de hidrocarburos en los buques implica pequeñas cantidades. Los peligros asociados a los derrames de aceites y combustible durante el desarrollo del proyecto (que se consideran más plausibles) son:

- Fuga o derrame en la cubierta de pequeñas cantidades de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo.

El tamaño de los posibles derrames de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo se estima inferior a 50 litros (sobre la base de los análisis de frecuencia de fugas de la industria naviera²). Esta cantidad se relaciona principalmente con la capacidad de los contenedores que se utilizan comúnmente, además de los volúmenes de aceite hidráulico contenidos en las mangueras de los equipos. En el caso de los derrames en la cubierta, la mayor parte del material derramado será contenido en las bandejas de recolección y dirigida a los tanques de sentina impidiendo su vertido al agua. Los contenedores utilizados en los buques para el almacenamiento de hidrocarburos varían en tamaño desde menos de un litro hasta 200 litros (tambores). Los tambores más grandes, de hasta 200 litros, pueden utilizarse para aceites como el aceite lubricante de motores, pero siempre se utilizarán y almacenarán en zonas internas y/o cercadas en las que cualquier derrame o fuga quedaría totalmente contenida a bordo.

- Pérdida de MGO durante las operaciones de reabastecimiento de combustible, como resultado de una falla en la conexión de la manguera, la rotura de la manguera o el sobrellenado de tanques.

² Max Roser (2013) - "Oil Spills". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/oil-spills>

En el caso de derrames por sobrellenado, estos serán dirigidos al sistema de drenaje del buque y contenido en el sistema de tanques de slops. En el peor de los casos el volumen de MGO derramado durante las operaciones de reabastecimiento podría darse debido a la pérdida total del contenido de la manguera de transferencia. En realidad, una hipótesis más probable es una fuga por un pequeño orificio o una grieta en la manguera (producidos por abrasión o daños mecánicos), que daría lugar a un brillo muy visible en la superficie del agua en el caso de que se produzca, lo que permitirá adoptar medidas para detener la fuga (por parte de los supervisores de la operación) antes de que se hayan derramado unos pocos litros. La bibliografía señala que un derrame en la transferencia de combustible en buques sísmicos oscila entre menos de 150 y los 2.000 litros (NOAA, 2016). El volumen mínimo de menos de 150 litros representa un derrame en el que las mangueras de desconexión rápida y de presión positiva funcionan correctamente. El volumen máximo de derrame de 2.000 litros representa un derrame en el que fallan las medidas de prevención de derrames o se rompen las líneas de combustible.

La probabilidad de un gran derrame de combustible es remota (BOEM, 2014; NOAA, 2016). La pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños con doble fondo (el buque sísmico BGP Prospector está dotado de 17 de combustible, los dos tanques más grandes tienen capacidades de 321 y 281 m³, el resto no supera los 200 m³) y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Los tanques de combustible nunca se llenan al 100%, usualmente solo se llenan hasta un 90% de su capacidad. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Solo en raras ocasiones una colisión entre buques puede provocar la ruptura del tanque de combustible y el vertido del mismo al agua. El análisis de las estadísticas de accidentes en el transporte acuático realizado por la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (OGP, 2010) muestra que las colisiones entre buques representan sólo el 12% del total de pérdidas de buques y que la probabilidad de que esto ocurra es extremadamente baja. Para que esto ocurra, la colisión debe tener la fuerza suficiente para penetrar en el casco del buque en el lugar donde se encuentra el tanque de combustible, lo cual es poco probable. Además, el casco del buque sísmico tiene doble revestimiento. Por lo tanto, en el caso extremadamente improbable de que se rompa un tanque de combustible como resultado de una colisión, el tamaño máximo del derrame se correspondería con el volumen del tanque afectado. En este sentido es dable destacar que es muy improbable que una colisión de ese tipo ocurra durante la prospección sísmica ya que el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo tendrán que cumplir con los procedimientos generales de seguridad marítima y de navegación (uso de luces, balizas, contacto por radio, etc.), sumado a la zona de exclusión de navegación que se establece entorno al buque sísmico y el equipo sísmico para su navegación segura (de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás).



El potencial de impacto de un derrame de combustible depende en gran medida de la ubicación del derrame, de las condiciones meteorológicas en el momento de la liberación y de la rapidez con la que se despliegan los operativos de respuesta y limpieza. El diésel es un producto de petróleo refinado más ligero que el agua. Puede flotar en la superficie del agua o ser dispersado en la columna de agua por las olas. Se supone que el combustible derramado se extendería rápidamente hasta formar una capa de grosor variable y se rompería en bandas estrechas o hileras paralelas a la dirección del viento. El diésel es un destilado del petróleo crudo y no contiene los componentes más pesados que contribuyen a la mayor persistencia del petróleo crudo en el medio ambiente. Los pequeños derrames de diésel (200-20.000 litros) suelen evaporarse y dispersarse en un día o menos, incluso en aguas frías (BOEM, 2014); por lo tanto, rara vez el petróleo permanece en la superficie para que los equipos de respuesta lo recuperen. Sin embargo, lo que comúnmente se denomina "diesel marino" suele ser un fuel oil intermedio más pesado que persiste más tiempo cuando se derrama. Cuando se derrama en el agua, el diésel se extiende muy rápidamente hasta formar una fina película de brillos arco iris y plateados, excepto el diésel marino, que puede formar una película más gruesa de colores un poco más apagados (BOEM, 2014). A su vez, existe la posibilidad de que una pequeña proporción de los componentes más pesados del combustible se adhiera a las partículas en la parte superior de la columna de agua y se hunda.

En aguas abiertas, donde se realizarán la mayoría de las actividades del proyecto, cualquier derrame de combustible diésel estaría sujeto a una rápida dispersión, meteorización, pérdidas por evaporación y disipación en toda la columna de agua, por lo que es probable que la extensión temporal y espacial de cualquier efecto adverso sea limitada.

Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. Con vientos fuertes y mares agitados, el MGO se diluiría y dispersaría rápidamente, y los efectos del derrame serían de poca relevancia. En aguas más tranquilas, la evaporación del diésel sería rápida y el área cubierta por la dispersión del hidrocarburo restante dependería de la velocidad y dirección del viento, y de la temperatura del agua.

El derrame puede afectar a los mamíferos marinos a través de varias vías: contacto superficial del combustible con la piel y otras membranas mucosas, inhalación de vapores concentrados de petróleo o ingestión del combustible (ingestión directa o por la ingestión de presas empetroladas). La posibilidad de que se produzcan impactos en los mamíferos marinos dependerá en gran medida del tamaño y la ubicación del vertido, así como de las condiciones meteorológicas en el momento del mismo.

Los mamíferos marinos son, por lo general, menos sensibles a los vertidos de petróleo que las aves marinas, ya que tienden a evitar y alejarse de las zonas afectadas y a evitar cualquier comportamiento de cría o alimentación, reduciendo así los impactos fisiológicos directos, y regresando a medida que el entorno se recupera. Sin embargo, los mamíferos marinos siguen siendo sensibles a los impactos de los derrames de petróleo y, en particular, a los hidrocarburos y productos químicos que se evaporan del petróleo, especialmente en los primeros días después de un derrame.

El contacto directo del petróleo con la superficie parece tener poco efecto nocivo en las ballenas, posiblemente debido a la eficacia de la piel como barrera a la toxicidad. Dado que los cetáceos tienen en su mayoría pieles lisas y zonas limitadas de pelaje, la posibilidad de que el petróleo se adhiera a la especie es limitada, ya que el petróleo tiende a adherirse a las superficies rugosas. Sin embargo, la especie puede verse afectada por la exposición al petróleo en la superficie durante las emersiones a la superficie, lo que conlleva riesgos de aspiración que están presentes en los derrames frescos (GESAMP, 2002). Dicha exposición podría dañar las membranas mucosas o las vías respiratorias durante la salida a la superficie.

Dada la rápida evaporación del combustible, es probable que la extensión temporal y espacial de la mancha de combustible sea limitada, por lo que se espera que sólo puedan verse afectados mamíferos marinos a nivel individual, sin embargo esto no se considera significativo a nivel de población. Considerando la presencia de especies amenazadas en el área de influencia del proyecto, la pérdida de un ejemplar se estima de alta intensidad, su extensión puntual, es un impacto directo no reversible, pero acotado en el tiempo (temporal) porque la exposición a un impacto de este tipo está limitado a la duración del proyecto en todo caso. Tratándose de un evento accidental su periodicidad se computa como irregular, por lo que el impacto resulta moderado.

3.2.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

Los productos químicos que se utilizan a bordo durante las operaciones sísmicas se limitan a pequeñas cantidades de productos de limpieza, solventes y pinturas, básicamente. Estos productos químicos podrían derramarse accidentalmente durante su almacenamiento y/o manipulación e ingresar en el ambiente acuático a través del sistema de drenaje de la cubierta. Los productos químicos (por ejemplo, solventes y detergentes) se almacenan normalmente en pequeños contenedores de entre 5 y 25 litros y se almacenan/utilizan en zonas internas donde cualquier fuga se retendría a bordo y se limpiaría de acuerdo con los procedimientos asociados de limpieza de derrames.

El drenaje de la cubierta consta de dos áreas distintas:

- Drenaje de las áreas cubiertas (que contienen productos químicos y son áreas con riesgo de derrames) que están aisladas de la zona de cubierta abierta; y
- Las áreas de cubierta abierta que manejan la esorrentía de agua "no contaminada" (agua de lavado, agua de lluvia y rocío de mar) y drenan directamente al medio acuático.

Pueden producirse algunos derrames cuando se utilizan pequeños contenedores de productos químicos en zonas abiertas, donde existe el riesgo de que entren en el mar si se derraman. Dado el tamaño de los envases de los productos químicos, el volumen de líquido que podría liberarse se limita a los volúmenes de los envases individuales almacenados en la cubierta y es probable que sea pequeño. El volumen realista en la peor situación de derrame se evalúa en 25 litros.

En este sentido, los buques operan con hojas de seguridad (SDS) disponibles para los productos químicos a bordo que detallan los procedimientos de limpieza para cualquier derrame. A su vez, la tripulación recibe formación sobre estos procedimientos de limpieza de derrames.

Los productos químicos que se liberan en el mar pueden provocar una reducción de la calidad del agua con efectos directos o indirectos en los organismos marinos. En todo caso, los impactos se limitarían a la zona inmediata que rodea el punto de vertido, antes de la dilución con el agua de mar circundante.

En el entorno de mar abierto de la zona de estudio, se espera que una liberación se diluya y se disperse rápidamente y, por tanto, cualquier contaminación sería temporal y localizada. Con los controles implementados a bordo (por ejemplo, inspección, colocación de barreras, procedimientos de limpieza de derrames) se considera que tales incidentes son improbables por lo que el impacto se considera poco significativo.

Por otro lado, durante el desarrollo del proyecto, pueden producirse pequeñas cantidades de residuos sólidos no biodegradables y peligrosos.



Estos residuos se generarán, manipularán y almacenarán en los buques de acuerdo con el Programa de Gestión de Residuos de cada buque, que habrá adoptado la jerarquía de minimización de residuos para evitar su vertido al mar.

Los residuos sólidos no biodegradables/peligrosos se manipularán de acuerdo con el Programa de Gestión de Residuos del buque, que se rige por la política de "no arrojar por la borda residuos sólidos no biodegradables/peligrosos". En circunstancias normales, no debería producirse ningún impacto en el medio marino. Sin embargo, es posible que se produzca un vertido accidental al medio marino, especialmente en condiciones de mar agitado, cuando los artículos pueden rodar o salir despedidos de la cubierta.

A continuación se evalúan los impactos individuales:

- En el caso de material dispersado por el viento, el volumen será pequeño, pero en el caso de materiales como el plástico, pueden producirse impactos en animales individuales. Dada la presencia de especies amenazadas en la zona de estudio, el peor impacto posible se ha evaluado como la mortalidad de una especie protegida (un solo animal). Con los controles aplicados a bordo, los impactos de tales incidentes se consideran improbables y se evalúan como poco significativo.
- Los residuos peligrosos derramados en el medio acuático pueden provocar una reducción de la calidad del agua con efectos directos o indirectos sobre los organismos marinos. Los impactos se limitarían a la zona inmediata que rodee el derrame, antes de la dilución con el agua de mar circundante. En el mar abierto de la zona de estudio, se espera que una liberación sea de pequeño volumen y se diluya y disperse rápidamente. Por lo tanto, la contaminación de las aguas circundantes sería temporal, localizada y recuperable. Con los controles aplicados a bordo, estos incidentes se consideran altamente improbables (véase la sección de derrames en cubierta) y el impacto se considera poco significativo.

El análisis permite suponer que el impacto correspondiente a contingencias en la disposición de residuos y derrames accidentales, no debería ser significativo y resultaría de muy baja probabilidad de ocurrencia, si consideramos que los buques deben cumplir con todos los requisitos ambientales especificados por la normativa vigente y por los estándares de EQUINOR.

3.3 PECES Y CEFALÓPODOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la ictiofauna y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones sonoras de los buques);
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos



3.3.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Diversas investigaciones internacionales han demostrado que la energía del ruido generado durante los estudios sísmicos puede causar daños fisiológicos y/o respuestas conductuales de los peces e invertebrados (Carroll et al. 2017, Przeslawski et al. 2016). Las posibles repercusiones para la fauna marina se han clasificado en diferentes tipos (Hawkins y Popper 2017):

- a) Efectos físicos y/o fisiológicos: Los daños en los tejidos y otros daños físicos o efectos fisiológicos, que son recuperables pero que pueden colocar a los animales en niveles más bajos de aptitud física, pueden hacerlos más abiertos a la depredación, a la alimentación y al crecimiento deficientes, o a la falta de éxito en la cría, hasta que se produzca la recuperación.
- b) Deterioro de la audición: Los cambios a corto o largo plazo en la sensibilidad auditiva (cambio de umbral temporal - TTS o cambio de umbral permanente - PTS) pueden, o no, reducir la aptitud y la supervivencia. El deterioro de la audición puede afectar a la capacidad de los animales para capturar presas y evitar a los depredadores, y también puede causar un deterioro en la comunicación entre los individuos; afectando al crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo.
- c) Enmascaramiento: La presencia de sonidos producidos por el hombre puede dificultar la detección de sonidos biológicamente significativos contra el ruido de fondo. El enmascaramiento de los sonidos producidos por los organismos de presa puede dar lugar a una reducción de la alimentación con efectos sobre el crecimiento. Enmascarar los sonidos de los depredadores puede resultar en una reducción de la supervivencia. Enmascarar las señales de desove puede reducir el éxito de desove y afectar al reclutamiento. El enmascaramiento de los sonidos utilizados para la orientación y la navegación puede afectar a la capacidad de los peces para encontrar los hábitats preferidos, incluidas las zonas de desove, lo que afecta al reclutamiento, el crecimiento, la supervivencia y la reproducción.
- d) Respuestas de comportamiento: Los cambios de comportamiento pueden producirse en una gran proporción de los animales expuestos al sonido, ya que esas respuestas pueden producirse a niveles de sonido relativamente bajos. Algunas de estas respuestas conductuales pueden tener efectos adversos. El desplazamiento de los hábitats preferidos puede afectar a la alimentación, el crecimiento, la depredación, la supervivencia y el éxito reproductivo. Los cambios en las pautas de movimiento pueden afectar a los presupuestos de energía, desviando la energía de la producción de huevos y otras funciones vitales. Las migraciones a las zonas de desove o de alimentación pueden retrasarse o impedirse, con efectos perjudiciales para el crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo. La prevención del reclutamiento y el asentamiento en los hábitats preferidos puede afectar a la colonización y al tamaño de la población en cualquier zona expuesta a altos niveles de ruido.



3.3.1.1 Sensibilidad auditiva de los peces

Los peces pueden detectar sonidos en un diapason de frecuencias comparativamente bajas del espectro, que oscilan entre varias decenas o centenas con umbrales que puede alcanzar excepcionalmente los 6000-7000 Hz (Popper y Fay, 1993). En los peces, el rango espectral de las frecuencias detectadas depende mucho de la presencia de las estructuras accesorias y de la especialización que posee (Kasumyan, 2005). Las especies más generalistas de la audición, que no tienen estructuras accesorias normalmente detectan sonidos a frecuencias por debajo de 1000-1200 Hz, mientras que ello se incrementa notablemente cuando existen especies con especializaciones pero que son menos comunes en peces marinos.

Prácticamente todas las investigaciones sobre los impactos de los sonidos subacuáticos antropogénicos se han centrado en el componente de presión del sonido (Carroll et al. 2016); muchos peces, especialmente las que carecen de una vejiga llena de gas, como todos los elasmobranchios e invertebrados marinos, son sensibles sólo al componente de movimiento de partículas del sonido (Edmonds et al. 2016; Solan et al. 2016). Los estudios sísmicos dan como resultado grandes componentes de movimiento de partículas horizontales (además de los componentes de presión). Para la evaluación de los impactos de las emisiones sísmicas es importante tener en cuenta que existen diferencias sustanciales en los efectos de las emisiones sobre el comportamiento y la sensibilidad auditiva de diferentes especies de peces (Popper y Fay 2011; Popper et al. 2014). Los peces que carecen de vejiga natatoria sólo son sensibles al movimiento de las partículas de sonido y sólo muestran sensibilidad a una banda estrecha de frecuencias (por ejemplo, los peces planos-Pleuronectiformes y Chondrichthyes). De tal modo, las especies de peces que carecen de una cavidad gaseosa, incluidos los peces sin mandíbula, los elasmobranchios (tiburones, rayas y patines), algunas especies de peces de agua dulce, algunos góbidos y algunos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas, no son tan vulnerables a los traumatismos causados por los cambios extremos de presión acústica. Estas especies normalmente sólo son capaces de detectar sonidos de baja frecuencia (<1500 Hz). Los peces cartilaginosos por su parte tienen mucha sensibilidad al sonido de baja frecuencia (~ 20 Hz a ~1500 Hz) y la falta de una vejiga natatoria u otras cámaras llenas de gas en este grupo restringe su capacidad de detección al componente de movimiento de partículas del sonido (Myrberg, 2001, Casper et al., 2012). Estas especies detectan principalmente el movimiento de las partículas y no la presión sonora (Casper y Mann, 2007; 2009). Por otro lado, las pruebas sugieren que las especies pelágicas tienen una audición más sensible (umbrales a frecuencias más bajas) que las especies demersales (Casper, 2011).

En un segundo lugar se incluyen peces con una vejiga natatoria en la que ese órgano no parece desempeñar un papel en la audición. Estos peces son sensibles sólo al movimiento de las partículas y muestran sensibilidad sólo a una estrecha banda de frecuencias. Este grupo incluye salmónidos (Salmonidae) y algunos atunes (Scombridae), pero es probable que muchas otras especies también entren en esta categoría. Es importante señalar que las vejigas de gas, y su ubicación anatómica dentro del cuerpo, hacen que los peces sean más susceptibles a las lesiones por presión (presión sonora y barotraumatismo) en los oídos y en los tejidos corporales en general que las especies que carecen de vejigas de gas (Popper et al. 2014).

En el siguiente grado de sensibilidad se encuentran los peces con vejigas natatorias que están cerca, pero no íntimamente conectadas al oído. Estos peces son sensibles tanto al movimiento de las partículas como a la presión del sonido, y muestran un rango de frecuencia que se extiende hasta unos 500 Hz. Este grupo incluye a los peces bacalao (Gadidae), las anguilas (Anguillidae), algunos tambores y corvinas (Sciaenidae), y tal vez otros peces. Finalmente, en el otro extremo del continuo se hallan peces que tienen estructuras especiales que unen mecánicamente la vejiga natatoria con el oído (órgano de Weber). Estos peces denominados ostareofisios son sensibles principalmente a la presión del sonido, aunque también detectan el movimiento de las partículas.



Las especies con varias estructuras accesorias pertenecen a diferentes órdenes tales como Osteoglossiformes, Elopiformes, Perciformes, Bericiformes, Clupeiformes, Cypriniformes, Siluriformes, Characiniformes y varios otros órdenes). Como estas especies oyen mejor que otras, es más probable que su audición se vea afectada por niveles más bajos de enmascaramiento, lo que podría dar lugar a mayores efectos de comportamiento. En los peces óseos, la proximidad de la vejiga natatoria al oído interno es un componente importante en la audición, ya que actúa como receptor de presión y vibra en fase con la onda sonora. El contacto directo de la vejiga con el laberinto o con los huesos circundantes del cráneo se puede encontrar en peces de diferentes grupos sistemáticos. En varios representantes de la familia Holocentridae (Beryciformes), este contacto se realiza por medio de la prolongación de protuberancias de la vejiga o terminar a una distancia del laberinto (Coombs y Popper, 1979). Las protuberancias de la vejiga natatoria son habituales en muchos peces pertenecientes al orden Gadiformes.

Las vibraciones de los otolitos resultan así tanto del componente de la velocidad de las partículas de sonido y el estímulo de la vejiga natatoria. En general, las especies de las que se sabe que poseen posibles especializaciones para la detección de la presión sonora (es decir, un cuerpo de gas cerca de los oídos o en contacto con ellos) tienen umbrales de presión sonora más bajos (55-83 dB re 1 μ Pa) en la mejor frecuencia, y responden a frecuencias más altas (200 Hz-3 kHz) que los peces que carecen de estas adaptaciones morfológicas (Ladich y Fay 2013). Esto se debe a que el movimiento de las partículas se genera mucho más cerca del oído interno en las especies con estas conexiones. La proximidad de las cámaras de retención de gas y/o su conexión mecánica directa con el oído interno, permiten a los peces detectar la presión sonora y mejorar su capacidad auditiva al aumentar su gama de frecuencias detectables y disminuir su umbral de presión sonora (Lechner y Ladich 2008, Popper et al., 2014). Este grupo de especies con este tipo de audición incluye algunos de los peces ardilla (Holocentridae), tambores y corvinas (Sciaenidae), arenques (Clupeidae). Por ejemplo, todos los clupeidos son capaces de detectar sonidos a unos 4 kHz, y un grupo de clupeidos de la subfamilia Alosinae puede detectar y responder a los sonidos ultrasónicos a más de 180 kHz (Mann et al. 1998, Mann et al. 2012; Popper et al., 2004). Algunas especies tienen una conexión física funcional entre la vejiga natatoria, o alguna otra cámara de gas, y el oído interno (Braun y Grande, 2008).

Aunque la energía de alta frecuencia de los impulsos sísmicos recibidos debe ser tomada en cuenta, los sonidos de baja frecuencia de los estudios sísmicos serían los más perjudiciales y los peces con sistemas auditivos especializados poseen umbrales más bajos y responden a frecuencias más altas. Las especies pelágicas también poseen umbrales menores a los demersales. Hay algunas pruebas de que las divisiones entre los peces definidas anteriormente pueden aplicarse no sólo a sus capacidades auditivas, sino también a los efectos en términos de lesiones sufridas por la exposición a sonidos de alto nivel (Popper et al., 2014). Los cambios repentinos de presión, ya sea de la presión hidrostática o de la presión sonora, pueden causar un movimiento rápido de las paredes de las cavidades llenas de gas, en particular de los sonidos impulsivos. Estos movimientos pueden provocar daños en los tejidos cercanos, como el riñón y las gónadas.



La pérdida de audición es una consecuencia directa del impacto de las ondas sísmicas y puede ser permanente o temporal. Se reconocen un umbral de cambio temporal (TTS) que representa la pérdida de la audición por un cierto período de la cual el pez se recupera usualmente dentro de un plazo de un día, mientras que el umbral de cambio permanente (PTS) no permite la recuperación. Si bien el nivel de TTS es menor al de PTS, el efecto acumulativo de las ondas en el nivel de TTS, particularmente si son emitidas en forma continua pueden ocasionar que el pez alcance el PTS. Ello es muy importante en las experiencias de exploraciones sísmicas ya que precisamente estas emisiones no son puntuales sino continuas a lo largo de varios días, generando un nivel de sensibilidad de exposición acumulativa. En este sentido, McCauley et al. (2000) nota que aun cuando una especie pueda recibir una emisión de solo 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ (energía equivalente) en un área de 60x90 km en el curso de una prospección de un mes el número de descargas representa una tasa diaria de 300 emisiones diarias sobre el mismo organismo si este solo se desplaza dentro del área de sísmica y no la abandona definitivamente. La Figura 11 presenta la relación entre los niveles umbrales y los efectos esperados debido al impacto de las ondas sísmicas.

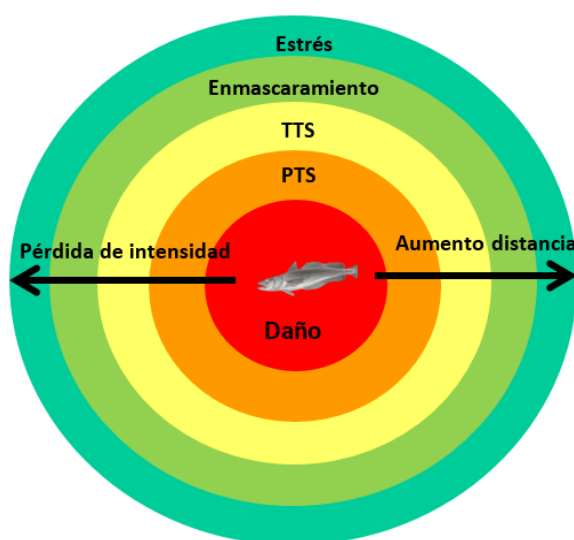


Figura 11. Categoría de efectos de ruidos antropogénicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporal; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado de Putland et al., 2019).

El TTS ha sido corroborado en algunos peces, y su extensión es de duración y magnitud variable. Popper et al. (2014) sugieren que el TTS se produce a >186 dB SELcum para los peces sin vejiga natatoria usando la detección de movimiento de partículas, y <186 dB SELcum para los peces con una vejiga natatoria implicada en la audición. Los datos de la exposición a fuentes impulsivas sugieren que los efectos de los impulsos sísmicos serían mayores en peces con una vejiga natatoria (Casper et al. 2012). Los estudios de peces adultos enjaulados en una bahía poco profunda y expuestos a ondas sísmicas (0,33 I, nivel de la fuente a 1 m 222,6 dB re a 1 μPa p-p) a una distancia de 5-15 m, sufrieron extensos daños en el oído, sin evidencia de reparación casi 2 meses después de la exposición (McCauley et al. 2003).



Estos autores expusieron unas 15 especies de peces a impulsos sísmicos de diversa intensidad, manteniendo a los peces en cautividad y realizando los experimentos tras un periodo de aclimatación. Los peces mostraron respuestas de alarma tipo C (contracciones involuntarias de las fibras musculares de un lado del cuerpo, que provocan un fuerte arqueamiento general del pez) a altas intensidades. Asimismo, los resultados de los análisis del epitelio auditivo de *Chrysophrys auratus* mostraron ablación de las células. Sin embargo, los peces no mostraron signos hormonales de estrés a consecuencia del experimento. En estos estudios se mostró que el pargo (*Pagrus auratus*) enjaulado sufrió grandes daños a las células ciliadas situadas en el epitelio sensorial del oído interno, después de haber sido expuestos a sonidos de fuentes experimentales de aire comprimido durante dos periodos de tiempo con un descanso de 1:12 horas en medio. Los experimentos se realizaron a distancias desde 400-800 metros hasta 5 m de la jaula. El daño fue severo, sin evidencia de reparación ni reemplazo de las células sensoriales dañadas hasta 58 días después de la exposición. Las fuentes emitían a 223 dB re 1 μPa P-P 1m / 204 dB re 1 μPa RMS a 1m). El oído interno del pargo es típico de la mayoría de las especies comercialmente importantes (por ejemplo, el salmón, el atún, el bacalao, el eglefino), lo que hace que este estudio sea particularmente interesante.

Hay pruebas de lesiones en los órganos auditivos de los peces adultos por niveles de sonido inferiores a los que se espera que estén muy cerca de las fuentes sísmicas (McCauley et al. 2003). Las descargas repetidas de las fuentes de aire comprimido sobre peces enjaulados causaron graves daños a la sensibilidad de las células ciliadas del oído interno después de 18 horas de exposición, y las células dañadas no se recuperaron después de 58 días (DFO 2011). Los niveles máximos de sonido correspondieron a los encontrados <500 m de la fuente (180-190 dB RMS). McCauley et al. (2000) utilizando experimentos en jaulas indican que a 156-161 dB RMS los peces evidencian señales de alarma y que a partir de 171 dB RMS se inicia un proceso de desplazamiento del otolito. En definitiva, los peces con especializaciones auditivas poseen menores valores umbrales a la presión sonora y un rango de frecuencia más amplio que aquellas especies no especializadas y que solo son sensibles al movimiento de partículas (Popper et al 2014).

Respecto a las larvas de peces, aunque se dispone de pocos datos las especies estudiadas parecen tener rangos de frecuencia auditiva similares a los de los adultos (y umbrales de sobresalto acústico similares) (Wright et al. 2011). Las vejigas natatorias pueden desarrollarse durante la etapa larval y pueden hacer que las larvas sean susceptibles de sufrir lesiones relacionadas con la presión (por ejemplo, barotrauma).

La Tabla 27, por su parte presenta los niveles umbrales para peces sin vejiga y con vejiga natatoria, diferenciándose aquellos que poseen aparato de Weber (ostareofisios). Se presenta el valor de SPL (peak) y SELcum. Los efectos en los tejidos de los peces pueden ser muy diferentes dependiendo del tiempo entre impactos de las ondas y la recuperación es posible con periodos de cierta separación entre sonidos. Carlson et al. (2007) sugirieron que para los peces de más de 2 g (larvas pequeñas), el valor de SELcum para el daño tisular no auditivo debería ser de 190 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, y para los peces de menos de 1 g, sugirieron un SELcum de 183 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$. Asimismo, señalaron la importancia de que a medida que los peces crecen, el valor de exposición debe aumentar aún más. Recomendaron un valor conservador de 197 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ de SELcum para los peces de más de 8 g, y un valor superior a 213 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ de SELcum para los peces de más de 200 g. En todo caso Popper et al. (2006) en base a las ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de medición que se utiliza sugieren aplicar umbrales SPL (peak) y SEL.



Tabla 27. Valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria (adaptada de Popper et al., 2014)

| Tipo de pez | Nivel de mortalidad o mortalidad potencial | Nivel de recuperación | TTS |
|--|--|--|--------------------------|
| Sin vejiga natatoria (solo detección de movimiento de partículas) | >213 dB peak o >219 dB 24 h SELcum | >213 dB peak o >216 dB 24 h SELcum | >> 186 dB 24 h SELcum |
| Con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas) | > 207 dB peak o 201 dB 24 SELcum | >207 dB peak o >203 dB 24 h SELcum | >>186 dB 24 h SELcum |
| Con vejiga natatoria conectada al oído (principalmente detección de presión sonora) | >207 dB peak o 207 dB 24 h SELcum | >207 dB peak o 203 dB 24 h SELcum | >>186 dB 24 h SELcum |

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 y cuyos resultados para peces se resumen en la Tabla 28 y Tabla 29, la condición de SPL pk (0 – p) más exigente que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces con vejiga natatoria (tanto para los que la tienen conectada al oído como los que no) se alcanza a unos 206 metros de la fuente en las áreas CAN_100 y CAN_108, y a unos 200 metros para el área CAN_114. Para los peces sin vejiga natatoria este umbral se alcanza a los 97 metros de la fuente para las áreas CAN_100 y CAN_108, y a los 96 metros para el área CAN_114.

Tabla 28. Distancias a la fuente (en metros) para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN_100-108, basado en Punto SO-1000

| Grupo Auditivo | SPL pK (0-p) (dB re 1 µPa) | Suelo Fango variante F1 sobre Grava variante G3 | | Suelo Arena “base” AB sobre Grava “base” GB | |
|----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| | | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° |
| Peces SIN vejiga natatoria | 213 | 50 | 97 | 50 | 97 |
| Peces CON vejiga natatoria | 207 | 106 | 206 | 106 | 206 |

Tabla 29. Distancias a la fuente (en metros) para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN_114, basado en Punto O-1000

| Grupo Auditivo | SPL pK (0-p) (dB re 1 µPa) | Suelo Fango variante F1 sobre Grava variante G3 | |
|----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| | | Azimet 0° Dip 70° | Azimet 90° Dip 70° |
| Peces SIN vejiga natatoria | 213 | 50 | 96 |
| Peces CON vejiga natatoria | 207 | 104 | 200 |

En relación con la métrica del SELcum, de acuerdo al análisis realizado en el Capítulo 6, los peces con vejiga natatoria pueden encontrarse a 50 m del arreglo cuando comienza el arranque suave, y si quedaran estáticos en ese lugar a medida que el buque se aleja, no se superaría el umbral de mortalidad potencial. Si estuviesen justo cerca de una línea de prospección y no se movieran cuando pasa el arreglo emitiendo a máxima potencia (lo cual es poco probable que ocurra pues se han documentado comportamientos evasivos), se superaría el umbral de mortalidad potencial si la distancia al arreglo fuese inferior a 170 m.



En cambio, los peces sin vejiga natatoria pueden encontrarse a 50 m del arreglo sin superar el umbral de mortalidad potencial para SELcum.

Si bien no se requiere ni es factible la implementación de medidas de mitigación con respecto a los peces, se puede apreciar que solamente serían afectados aquellos que se encuentren en un entorno muy cercano al arreglo, del cual muy probablemente se alejen tanto durante el proceso de arranque suave, como durante la prospección de cada línea si el arreglo se acercara a la ubicación de los mismos.

3.3.1.2 Cambios en el comportamiento

Las respuestas conductuales a los sonidos impulsivos son variadas e incluyen un alejamiento de las fuentes de ruido (Dalen y Rakness 1985; Dalen y Knutsen 1987; Skalski et al., 1992; Engås et al., 1996; Wardle et al., 2001), cambios en la distribución de la profundidad (Chapman y Hawkins, 1969; Pearson et al., 1992), cambios espaciales en el comportamiento del cardumen (Slotte et al., 2004). También se han notificado tasas de captura más bajas después de estudios sísmicos (Løkkeborg y Soldal, 1993; Engås et al., 1996; Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al., 2004; Løkkeborg et al., 2012).

Se ha informado que las descargas de fuentes acústicas provocan diversos grados de respuesta de sobresalto y alarma en los peces teleósteos, y hay algunos indicios de que una aparición repentina de sonidos también puede causar una respuesta de sobresalto en los tiburones (Myrberg et al., 1978). Una respuesta de sobresalto (comúnmente denominada respuesta de arranque en C) es una respuesta estereotipada que implica una contracción importante de la musculatura de un lado del cuerpo del pez formando una forma de C que normalmente apunta lejos de la fuente de sonido (Løkkeborg et al., 2012). Los experimentos de campo en jaulas han demostrado que la energía sonora transmitida por las fuentes de aire comprimido inicia este tipo de comportamiento en el pez roca en cautiverio (*Sebastes* spp.) (Pearson et al. 1992), la lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) (Santulli et al., 1999), carbonero (*Pollachius virens*), abadejo (*Pollachius pollachius*), bacalao (*Gadus morhua*), merlán (*Merlangius merlangus*) (Wardle et al. 2001), lanzón menor (*Ammodytes marinus*) (Hassel et al., 2004), y algunos peces de arrecife (*Lutjanus apodus*, *Lutjanus synagris*, *Chaetodipterus faber*) (Boeger et al., 2006). Otros cambios de comportamiento bajo la exposición al sonido incluían cambios de distribución vertical en los que los cardúmenes estacionarios de peces de roca negra colapsaban hasta el fondo, donde permanecían sin sincronizar, mientras que los bermellones y los peces de roca olivácea o bien subían en la columna de agua y remolinos a mayor velocidad o bien se acercaban al fondo y se quedaban casi inmóviles, todos ellos comportamientos que diferían de los observados en condiciones de control (Pearson et al. 1992). Dalen y Knutsen (1987), a su vez comentan que los peces demersales responden moviéndose hacia el fondo del océano, mientras que los peces pelágicos exhiben una respuesta de migrar fuera de la zona de influencia de las fuentes de energía sísmica.

Otras observaciones similares de comportamiento en respuesta al ruido de las emisiones sísmicas, incluidas respuestas de alarma y cambios en los patrones de formación de cardúmenes, posición en la columna de agua y velocidades de natación se observaron en el caso del pargo rosado (*Pagrus auratus*) y el trébol (*Pseudocaranx dentex*) cautivos frente a la costa de Australia Occidental (Fewtrell y McCauley, 2012). A medida que aumentaban los niveles de ruido de las fuentes de energía sísmica, los peces respondían nadando más rápido en grupos más estrechamente cohesivos y hacia el fondo de la jaula. Otras experiencias mostraron aumentos significativos en las respuestas de alarma en los peces expuestos a niveles de exposición acústica (SEL) que excedían los 147-151 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, y se observó un aumento en la frecuencia de las respuestas de alarma a medida que aumentaba el nivel de sonido (Fewtrell y McCauley 2012).



Los peces cautivos volvieron a su posición previa a la exposición en un plazo de 31 minutos después de la señal final del cañón de aire. Se sugiere que por encima de un umbral de nivel de cañón de aire de alrededor de 171 dB re 1 μPa^2 ³ se produce un rápido aumento de parámetros de desplazamiento absoluto del sistema auditivo de los peces, lo que indicaría que el comportamiento asociado y la respuesta y la susceptibilidad a los daños mecánicos aumentará en consecuencia. Por otro lado, se ha comprobado también que las emisiones de fuentes de energía sísmica provocan respuestas de comportamiento de algunos peces hasta varios kilómetros de la fuente de sonido.

Se han observado diferentes magnitudes de reacciones de sobresalto y alarma en el caso de la lubina europea en un experimento de cautividad y del lanzón pequeño a distancias de hasta 2,5 y 5 km de una fuente sísmica, respectivamente (Santulli et al., 1999; Hassel et al., 2004). Unos pocos individuos mostraron una rápida respuesta de sobresalto ante las descargas de fuentes de aire comprimido a 2,5 km de la jaula, visible como un cambio repentino de la velocidad de natación y una curva pronunciada hacia un lado sincronizada con la emisión del cañón de aire. La proporción de lubinas que exhibieron una respuesta de sobresalto aumentó a medida que la fuente de sonido del cañón de aire se aproximaba a menos de 800 m. Una vez que el conjunto sísmico se encontraba a menos de 180 m de la jaula, las lubinas se agruparon en la parte central del recinto y exhibieron una orientación aleatoria y parecieron más activas que las condiciones previas a la exposición. La respuesta de sobresalto dejó de ser evidente una vez que el buque pasó a ~ 1,5 km de distancia de la jaula, y en el plazo de una hora las lubinas confinadas recuperaron su estado normal (es decir, se reorientaron contra el flujo de la corriente) (Santulli et al., 1999). Hassel et al., (2004) también examinaron los posibles efectos de un conjunto de fuentes de aire comprimido en movimiento (con una fuente estimada de 256 dB re 1 $\mu\text{Pa}\cdot\text{m}$ – no se especifica unidad -) en el comportamiento del lanzón pequeños menor en estado de cautividad. Los peces mostraron respuestas de sobresalto similares durante la exposición a las fuentes sonoras que aumentaron a medida que el conjunto sísmico se acercaba a las jaulas y se detuvieron una vez que cesó la descarga.

Por otro lado, peces adultos en jaulas en una bahía poco profunda y expuestos con intensidad de 222,6 dB re a 1 μPa p-p) a una distancia de 5-15 m, sufrieron un extenso daño en el oído, sin evidencia de reparación casi 2 meses después de la exposición (McCauley et al. 2003). Igualmente, McCauley et al. (2000) experimentaron con diferentes especies a las que colocaron en jaulas a distancia variable de la fuente siendo la intensidad 146-195 dB re 1 μPa^2 . Los peces cautivos mostraron una respuesta de "alarma" genérica de aumento de la velocidad de natación, movimiento hacia abajo, y se apretaron los cardúmenes a unos 2-5 km de una fuente de energía de aire comprimido. El modelado de la audición de los peces predice que a rangos de a menos de 2 km de un cañón de aire, el sistema auditivo de los peces podría sufrir daños, pero expresan que estos efectos no deben ser necesariamente trasladados a las poblaciones o pesquerías ya que puede existir comportamiento de evitación en el mar abierto. En contraste con estos resultados, los peces e invertebrados marinos monitoreados con una cámara de video en un arrecife costero no se movieron lejos de los sonidos de las fuentes de aire comprimido con niveles de presión máxima de hasta 218 dB (a 5,3 m en relación con 1 μPa pico a pico) (Wardle et al. 2001). El mayor riesgo de daño fisiológico de las fuentes de sonido sísmico es para las especies que se encuentran en arrecifes de aguas poco profundas o se congregan en aguas costeras para desovar o alimentarse, y aquellos que muestran una respuesta de alarma instintiva para esconderse en el lecho marino o en el arrecife en lugar de huir. Las especies de arrecife con vejiga natatoria son más susceptibles que los que no tienen este órgano. Tales especies pueden sufrir lesiones fisiológicas o audición severa y los efectos adversos pueden intensificarse y durar un tiempo considerable.

³ A los efectos prácticos la unidad se puede considerar referida al SEL



Los estudios sobre los cambios de comportamiento de los peces que nadan libremente y están expuestos a los sonidos de las fuentes sísmicas también se han llevado a cabo en aguas costeras. En el estudio de la distribución vertical de *Merlangius merlangus* se encontró que cambiaba en aguas más profundas durante un estudio sísmico (Chapman y Hawkins 1969). En el caso de *Sebastes* spp. y *Micromesistius poutassou* (bacaladilla) se encontraron en aguas más profundas en períodos con descargas de las fuentes de aire comprimidos que durante los períodos sin descargas (Skalski et al. 1992; Slotte et al. 2004). Chapman y Hawkins (1969) investigaron las reacciones de la merluza plateada (*Merluccius bilinearis*), a una descarga intermitente con una fuente SPL de 220 dB re 1 μ Pa - m0-p. Los niveles de presión acústica recibidos se estimaron en 178 dB re 1 μ Pa 0-p. Antes de cualquier descarga los peces fueron localizados con ecosonda a una profundidad de 25 a 55 m. En aparente respuesta al sonido de las fuentes de energía sonora, los peces descendieron, formando una capa compacta a profundidades mayores de 55 m. Después de una hora de exposición al sonido los peces parecían haberse habituado, como indica su retorno al rango de profundidad de pre-exposición, a pesar de la continua descarga de la fuente de aire comprimido. La descarga cesó por un tiempo y al reanudarse, el pez volvió a descender a mayores profundidades, indicando sólo la habituación temporal.

Los estudios sobre el lanzón (*Ammodytes marinus*) confinado en una jaula, que es una especie sin vejiga natatoria en el Mar del Norte, revelaron reacciones distintas pero menores a los impulsos sísmicos (Hassel et al., 2004). No se encontró un aumento de la mortalidad durante este experimento. Dalen y Knutsen (1987) observaron que la distribución de varias especies diferentes a 100 - 300 m de profundidad cambió a lo largo de las líneas de curso de un buque sísmico que remolcaba un conjunto de fuentes de aire comprimido. Slotte et al. (2004) también observaron que diferentes especies (arenque del Atlántico y bacaladilla -*Micromesistius poutassou*-) de una zona en la que se habían producido descargas sísmicas estas especies se desplazaba fuera de la zona o a aguas más profundas (10-50 m de profundidad). Chapman et al (1969) mencionan que cuando se iniciaron los pulsos sísmicos la pescadilla *Merlangius merlangus* mostró un repentino movimiento hacia abajo, formando una capa más compacta por debajo de 30 brazas (55m, 192 dB re 1 μ Pa presión máxima). Después de una hora, los peces parecían acostumbrarse al sonido como evidenciado por un período durante el cual los peces ascendieron de manera constante. Los peces continuaron ascendiendo en la columna de agua cuando la fuente de aire comprimido se apagó. Cuando la fuente de aire comprimido se descargó de nuevo, se observó otra respuesta descendente. Asimismo, Wardle et al. (2001) notaron pequeños cambios en la posición del abadejo (*Pollachius pollachius*) en respuesta a la emisión sísmica. Sin embargo, las respuestas de sobresalto observadas en el carbonero (*Pollachius virens*) fueron provocadas por el estímulo visual asociado a la nube de burbujas provocada por los pulsos sísmicos.



Un aspecto importante con respecto al efecto de sobresalto en los peces es cuán lejos de la fuente de sonido el efecto se manifiesta. Hay relativamente poca investigación sobre ello y los resultados proporcionan evidencias diferentes y también a menudo contradictorias, lo que ha llevado a divergencias sobre cuáles pueden ser las distancias mínimas que impactan sobre los peces. La distancia y la forma en que las ondas sonoras se propagan depende de las condiciones de salinidad y temperatura horizontales y verticales predominantes. Estas cambian a lo largo del año y a menudo de región a región. Algunos estudios sugieren que esa distancia podría ser hasta unas 20 millas pero los resultados muestran que las capturas aumentan o se reducen dependiendo de la especie y el arte de pesca. Por otra parte, la exposición sísmica tiene el potencial de provocar en los peces efectos de comportamiento a corto plazo. Se observan respuestas de sorpresa (por ejemplo, cambios en los patrones de natación, cambios en la distribución), observándose esos efectos a corto plazo hasta un radio de 30 km (Worcester, 2006). En algunos casos se observaron respuestas de comportamiento hasta en 5 km de distancia de la emisión de sonido (Santulli et al., 1999; Hassel et al., 2004). Sin embargo, los efectos de comportamiento suelen ser a corto plazo, siendo la duración del efecto menor que la duración de la exposición o igual a ésta, aunque éstas varían entre las especies e individuos, y dependen de las propiedades del sonido recibido. En algunos casos los patrones de comportamiento volvieron a la normalidad a los pocos minutos de comenzar el estudio indicando la habituación al ruido. Por consiguiente, se prevé que la importancia ecológica de esos efectos sea baja, excepto en los casos en que influyen en la actividad reproductiva. Engås, et al (1995) señalan que la reacción de escape de los peces en aguas abiertas representa un comportamiento para protegerse de los impactos de las ondas sísmicas.

Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico en funcionamiento a distancias de más de 30 km, y que se puede esperar un intenso comportamiento de evitación en un radio de 1 a 5 km. En estudios noruegos se midieron disminuciones de la densidad de peces a distancias superiores a 10 km de los sitios de actividad sísmica intensiva (3D). Por consiguiente, pueden producirse efectos negativos en las poblaciones de peces si se ahuyenta a los peces adultos de las zonas de desove localizadas durante la temporada de desove. Fuera de las zonas de desove, es probable que las poblaciones de peces no se vean afectadas por la perturbación, pero los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y de pesca (Engås et al. 2003, Slotte et al. 2004). Dalen et al. (1996) recomendaron que en las zonas con concentraciones de desove se eviten las descargas de fuentes de aire comprimido en una distancia de 50 km. En pruebas para verificar la reacción de la merluza y otros peces mesopelágicos se encontró que los mismos se desplazaron a aguas más profundas durante la exposición sísmica en comparación con los períodos sin descargas (20 y 50 m de profundidad respectivamente), indicando el movimiento vertical como una reacción a corto plazo. La densidad media de peces fue menor en el área de estudio sísmico, aumentando la abundancia a distancia. La densidad de peces pareció ser mayor a unos 37 km (20 nm) del centro del área de estudio. Por su parte, los efectos de un estudio sísmico en 3D en Australia del Norte, no mostraron ningún efecto significativo de la sísmica en la abundancia o riqueza de especies de peces pomacéntricos (una familia que exhibe un alto grado de fidelidad al sitio) y no pomacéntricos. Otro estudio utilizó un sonar omnidireccional de pesca para investigar el comportamiento de los cardúmenes en tiempo real del arenque expuesto a un estudio sísmico en 3-D en la misma zona y no se observaron cambios en su tamaño, la velocidad o la dirección de la natación que podría atribuirse a la nave sísmica transmisora, ya que se acercaron desde una distancia de 27 a 2 km durante un período de 6 h (Peña et al., 2013). Para el caso de *Micromesistius* y *Clupea arengus* que son especies mesopelágicas, la densidad fue menor en el área sísmica (menos de 5 km) pero se incrementó a la distancia (Slotte et al. 2004).

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Se concluye que los peces reaccionan al sonido de varias maneras. La forma más débil de respuesta conductual son los pequeños cambios en actividad de natación en la que el pez cambia de dirección y aumenta la velocidad de natación, mientras que, en el otro extremo, existe una rápida reacción de escape. McCauley et al. (2000) sugieren que entre 161-168 dB re 1 mPa² se inicia una evitación activa de la fuente de sonido y que esto corresponde a un rango del conjunto de 3D medido de 1-2 km. Ello ha llevado a postular que valor por encima de este umbral pueden afectar el comportamiento de los peces más cercanos y por ende influir sobre las pesquerías próximas. Por otro lado, es concebible que el éxito del desove se vea afectado si, durante la migración a las zonas de desove o durante el desove, los peces cambian de comportamiento debido a la adquisición de datos sísmicos. El patrón de migración de desove puede cambiar y el desove puede estar más o menos desplazado en el tiempo y el espacio. En consecuencia, las larvas pueden perder la ventana de tiempo de las condiciones biológicas óptimas para la supervivencia y el crecimiento. En este sentido, es usual que se apliquen restricciones a la actividad sísmica en las zonas reproductivas y en las zonas donde se producen las migraciones de desove concentradas. Fuera de las zonas de desove, las poblaciones de peces probablemente no se vean afectados por la perturbación, pero aun así los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y pesca (Engås et al. 2002; Slotte et al. 2004). Ello cobra particular interés cuando se trata de especies estenofagas que pueden así verse muy afectadas. Una distancia de 40-50 km podría ser considerada como un buffer conveniente para evitar mayores efectos de espantamiento.

En el Anexo I a este Capítulo la Figura 16 resume diferentes resultados del impacto de los sonidos sísmicos sobre aspectos biológicos y en las pesquerías.

3.3.1.3 Huevos y Larvas

Se considera que las larvas y huevos de peces no pueden evitar la onda de presión de las fuentes de aire comprimido y pueden morir a menos de 2 m de distancia, generándose lesiones subletales a menos de 5 m (Boertmann et al., 2009). Carrol et al. (2016); Popper et al. (2005) menciona diferentes experimentos donde se han realizado numerosos estudios que exponen experimentalmente los huevos y larvas de diversas especies de peces a las fuentes de aire (Booman et al., en Popper et al., 2014). En estos estudios se identificaron en general muertes y lesiones fisiológicas a muy corta distancia (<5 m) solamente. Por ejemplo, se registró una tasa de mortalidad del 40-50% para las larvas del saco vitelino (en particular para el rodaballo) a una distancia de 2 a 3 m, aunque las cifras de mortalidad para las larvas del saco vitelino de las anchoas a las mismas distancias eran menores. Los impactos del ruido en los huevos y larvas de peces marinos pueden incluir disminución de la viabilidad de los huevos, aumento de la mortalidad embrionaria o disminución del crecimiento larvario (Kostyuchenko, 1973; Booman et al., en Popper et al. 2014). Se demostró el aumento de las tasas de mortalidad (10-20%) en etapas posteriores (larvas, postlarvas y alevines) para varias especies en distancias de 1-2 m. También se han observado cambios en la flotabilidad de los organismos, en su capacidad para evitar los depredadores y los efectos que afectan al estado general de las larvas, de crecimiento y, por tanto, su capacidad de supervivencia. Las larvas de peces nadadores pueden ser más receptivas a los sonidos producidos por los conjuntos de sísmica, y la gama de efectos puede extenderse más para estas especies que para otras. Sætre y Ona (en Popper et al., 2014) calcularon que el número de larvas muertas durante un estudio sísmico típico es del 0,45% de la población total de larvas. Para especies como el bacalao, el arenque y capelán, la mortalidad natural se estima en un 5-15% por día de la población total para huevos y larvas. Esto disminuye a 1-3% por día una vez que la especie alcanza la edad 0, es decir, a aproximadamente 6 meses (Sætre & Ona, en Popper et al., 2014). En consecuencia, Dalen et al. (1996) concluyeron que la mortalidad es tan baja a nivel poblacional que se puede considerar que tiene un impacto despreciable sobre el reclutamiento de las poblaciones.



Los estadios larvarios se consideran a menudo más sensibles a los factores de estrés que etapas adultas (Byrne y Przeslawski, 2013), pero la exposición a la sísmica no revela diferencias entre la mortalidad de las larvas o en la abundancia de los peces (Dalen et al., 2007), cangrejos (Pearson et al., 1992), o vieiras (Parry et al., 2002). Sin embargo, los períodos intensos y prolongados de exposición a sonidos de baja frecuencia, como los adoptados para las vieiras (Booman et al., en Popper et al., 2014; Aguilar de Soto et al., 2013) puede aumentar las tasas de anormalidad y mortalidad, lo que indica que las larvas expuestas a las descargas de las fuentes de aire comprimido pueden ser vulnerables. Aguilar de Soto et al. (2013) produjeron pruebas de que la reproducción de los pulsos sísmicos durante el desarrollo de las larvas causó retrasos en el desarrollo y en el 46%, malformaciones corporales en las vieiras, que pueden afectar al reclutamiento de larvas de vieiras salvajes. En la Tabla 30 se presenta un resumen de los impactos esperados en peces de acuerdo a su estadio.

Tabla 30. Síntesis de los los impactos identificados en peces (adaptado de Webster et al. 2018)

| Estadio de vida | Tipo de impacto | Impacto potencial de la prospección |
|---------------------|--|--|
| Adultos y juveniles | Mortalidad | Muerte hasta 12 meses |
| | Impactos físicos | Daño en la línea lateral Daño en el sistema auditivo Daño en la vejiga natatoria |
| | Impactos fisiológicos | Incremento de cortisol, glucosa y lactato Pérdida de audición y cambios en los umbrales de audición Aumento de la ventilación |
| | Impactos de comportamiento | Atontamiento temporal Sobresalto y natación errática Cambio en la posición vertical Cambio en la posición horizontal Cambio en el comportamiento natatorio Cambio en el comportamiento reproductivo Enmascaramiento acústico Desplazamiento |
| | Impactos acumulativos y mortalidad | Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la mortalidad directa e indirecta y capacidad reproductiva |
| | Impactos acumulativos y capturabilidad | Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la capturabilidad de los peces mortalidad directa e indirecta y capacidad reproductiva |
| Huevos y larvas | Impactos físicos | Daño en el saco vitelino Disrupción en la audición/detección de movimiento Mal formación de la larva Cambio en el desarrollo larval |
| | Impactos de comportamientos | Cambio en el comportamiento natatorio Enmascaramiento acústico |
| | Impactos acumulativos y mortalidad | Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la mortalidad directa e indirecta |



3.3.1.4 Cefalópodos

Las investigaciones sugieren que los cefalópodos pueden ser receptivos a los sonidos de campo lejano de las fuentes sísmicas, y con respuestas de alarma (por ejemplo, el chorro de tinta), cambios de comportamiento (agresión y desove), y de la posición en la columna de agua y las velocidades de natación (Fewtrell y McCauley, 2012). La respuesta de comportamiento va desde la atracción a un tono puro de 600 Hz (Maniwa, 1976), pasando por respuestas de sobresalto a niveles recibidos de 174 dB re 1 μPa^2 , hasta aumentar los niveles de respuestas de alarma una vez que los niveles han alcanzado los 156 - 161 dB re 1 μPa^2 (McCauley et al. 2000; Fewtrell y McCauley 2012). La afección de los pulsos sísmicos sobre cefalópodos ha sido estudiada experimentalmente por McCauley et al. (2002), que midieron cambios en el comportamiento de natación de calamar roquero austral (*Sepioteuthis australis*) a 156- 161 dB re 1 μPa RMS. Estos calamares además mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB re 1 μPa RMS, aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual. Los resultados de los experimentos en jaulas sugieren que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica que se aproxima, aunque las respuestas de alarma fueron más fuertes durante la primera exposición al ruido de las fuentes de aire comprimido en comparación con las exposiciones posteriores, lo que sugiere que los animales se acostumbraron al ruido a niveles bajos (Fewtrell y McCauley 2012). De tal modo para estas especies y otros cefalópodos se asume una zona de 5 km de influencia acústica alrededor del punto de origen acústico. No se han observado mortalidades de cefalópodos directamente asociadas con la exposición a estudios sísmicos (DOF, 2016). Los estudios de laboratorio que expusieron a dos especies de calamar a una fuente sísmica de 260 dB re 1 μPa (en documento no especifica unidad) mostró que *Alloteuthis subulata* era tolerante a corto plazo, pero *Loligo vulgaris* sufrió daños grandes a niveles de 246 - 252 dB re 1 μPa 0-p dentro de los 3 - 11 minutos de exposición (Norris y Mohl 1983 en el DOF, 2016). André et al. (2011) demostraron que los calamares pueden ser lesionados por ondas de barrido de 50-400 Hz en niveles de 157 dB SPL producidos continuamente hasta dos horas. Sin embargo, los experimentos de exposición en ambos de estos estudios son complicados de relacionar con los estudios sísmicos comerciales debido a los niveles de exposición o la duración del evento de exposición. Basándose en resultados de los experimentos en jaula, McCauley et al. (2000) sugieren que el calamar alteraría significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica. Dos varamientos en masa atípicos que implican nueve calamares gigantes, *Architeuthis dux*, fueron asociados con estudios sísmicos que se realizan simultáneamente en cañones submarinos cercanos donde estaban concentradas estas especies (Guerra et al., 2004; 2011). Dos especímenes sufrieron extensos daños de las fibras musculares internas, las branquias, los ovarios, el estómago y el tracto digestivo. Otros calamares probablemente estaban desorientados debido a daños extensos en sus estatolitos. Daños al epitelio sensorial también se observó en cuatro especies de cefalópodos costeros (*Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*, *Illex coindetii* y *Octopus vulgaris*) por exposición a dos horas de barridos de baja frecuencia al 100% de servicio (André et al., 2011; Solé, 2012; Solé et al., 2013). Fewtrell y McCauley (2012) también informaron que el calamar *Sepioteuthis australis*, expuesto a los pulsos sísmicos de un solo cañón de aire de 156- 161 dB re 1 μPa RMS mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB RMS re 1 μPa , aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual.



Por otro lado, las pruebas anecdóticas muestran un pronunciado daño de órganos en siete calamares gigantes varados después de estudios sísmicos cercanos (Guerra et al., 2004). Después de dos horas de tratamiento sonoro continuo (1 segundo barre, 50-400 Hz) en tanques de vidrio de 200 litros, cuatro especies de cefalópodos exhibieron un trauma acústico, incluyendo lesiones, células capilares pérdida y daño, e hinchazón de las neuronas (André et al., 2011; Solé et al., 2013). Otra especie de calamar expuesta al ruido de las fuentes de energía sísmica mostró señal de alarma a 156-161 dB $1\mu\text{Pa}$ RMS y una fuerte respuesta de sobresalto que implica la eyección de tinta y la natación rápida a 174 dB re $1\mu\text{Pa}$ RMS (McCauley et al. 2000). Estos autores sugieren que el umbral de comportamiento para el calamar es 161-166 dB $1\mu\text{Pa}$ RMS.

3.3.1.5 Importancia del impacto

Las comunidades de peces (en sus diferentes estadios) pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica por diferentes razones; una de ellas es el impacto indirecto por la modificación de la cadena trófica por pérdida de bentos o plancton, y otra es la generada en forma directa por la lesión a nivel individual o el desplazamiento temporal de estas especies hacia zonas menos disturbadas.

Según el Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado, los grupos de peces que se conoce están presentes en el área de influencia del proyecto incluyen especies con baja y moderada sensibilidad, en función de los criterios biológicos (incluida la sensibilidad auditiva, la actividad estacional, la distribución y el nicho trófico), ecológicos, de conservación y de interés pesquero expuestos.

Los antecedentes científicos recopilados señalan que, si bien la sísmica afecta al comportamiento de los peces cerca de la fuente, la magnitud de este efecto no generaría cambios a largo plazo en el tamaño de las poblaciones de peces.

La modelación acústica establece que el umbral más exigente (peces con vejiga natatoria) que indica que pueden producirse posibles lesiones mortales o potencialmente mortales en los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 206 metros con centro en la fuente en el caso de las áreas CAN_100 y CAN_108, y en un radio de 200 metros en el área CAN_114.

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de arranque suave al comienzo de cada línea de adquisición de datos, en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo. Los niveles de sonido también aumentarán y disminuirán lentamente a medida que los buques se muevan. Esto permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales. Por lo tanto, el riesgo de lesiones para los peces individuales es bajo y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas, en particular teniendo en cuenta que la mayoría de las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

En cuanto a la actividad reproductiva, el área de adquisición de datos sísmicos se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes, y no se puede descartar que coincida con el área de reproducción de alguna de las especies de otros órdenes debido a la falta de información sobre las mismas. En el caso de los Rajiformes, el periodo reproductivo presenta baja sensibilidad dado que el mismo es extenso. Cabe destacar que ninguna de las especies de peces oseos de interés comercial se reproduce o cría en el área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114.



En tanto que para los estadios tempranos de vida (huevos y larvas) que no pueden evitar la onda de presión sonora, la bibliografía recopilada indica que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros), por lo que la mortalidad es tan baja que se puede considerar que tiene un impacto despreciable a nivel poblacional.

Por su parte, los antecedentes relevados señalan que, si bien no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, los resultados de experimentos con animales en cautividad indican que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia menor a 5 km de una fuente sísmica. Como se mencionó anteriormente (Punto 1.3.1.3), si bien el área de influencia del proyecto se ubica dentro del área de distribución del calamar argentino (*Illex argentinus*), el área de influencia directa no se superpone con las áreas de desove, cría o alimentación. Las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían por fuera del área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114 en primavera y verano, no obstante durante el otoño e invierno el área de influencia directa sería parcialmente coincidente con las concentraciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica que se agrupan en alta densidad en el borde de la plataforma. En este sentido, se considera una sensibilidad alta durante los meses de otoño e invierno y baja el resto del año. Asimismo, podría darse un impacto adicional a partir del invierno y hasta primavera, por coincidencia con la deriva de huevos y larvas proveniente de la zona sur por acción de la corriente de Malvinas.

De acuerdo con la metodología de valoración de impactos ambientales propuesta, en relación a los peces el impacto debido a las actividades de prospección será de intensidad media considerando que algunos de los grupos ictícolas presentan sensibilidad moderada debido a factores como su sensibilidad auditiva o en relación al desarrollo de etapas de vida sensibles en el área de influencia del proyecto. En este sentido, si bien las lesiones a nivel individual de los peces podrán registrarse en un espacio acotado a las proximidades de la fuente y por lo tanto pueden presentar un riesgo bajo a nivel poblacional (y mitigable considerando la medida de arranque suave), las respuestas comportamentales podrían implicar el alejamiento temporal de las especies de las áreas de alimentación y de las de áreas de desove de aquellas especies que se superponen con la zona de proyecto. Considerando el desplazamiento a zonas menos disturbadas, el impacto será de extensión parcial, de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serían los desplazamientos hacia zonas menos disturbadas, lo que retomará su estado inicial al finalizar las tareas de adquisición. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por la modificación de la cadena trófica por pérdida de bentos o plancton); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que no se prevén afectaciones significativas sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y, por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los peces. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre la fauna ictícola se clasifique como moderada.

En relación a los cefalópodos, el impacto se considera de baja intensidad teniendo en cuenta que en los periodos en que se propone realizar la sísmica (primavera – verano) la sensibilidad para el calamar (*Illex argentinus*) sería baja. En relación a la afectación de los huevos y larvas de esta especie, como se señaló anteriormente, el impacto está sujeto a la deriva que pueda producir la corriente de Malvinas, dado que el área de adquisición de datos sísmicos no se superpone con la zona de desove; y por el otro lado, se encuentra acotado al entorno cercano de las fuentes (5 m), por lo que se puede considerar que a nivel poblacional el efecto es despreciable, y a su vez es muy localizado (puntual). El resto de los criterios de valoración resultan idénticos a los mencionados para los peces, por lo tanto, el impacto sobre los cefalópodos resultaría igualmente de moderada importancia.



3.3.2 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.3.2.1 Emisiones sonoras de los buques

Anteriormente, en el punto 3.3.2.1 se describieron las emisiones sonoras que se asocian al funcionamiento de los buques involucrados en el proyecto. A continuación se evalúa como esas emisiones podrían afectar a la fauna íctica y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto.

Los niveles de las fuentes sonoras de los buques por debajo de los que pueden causar mortalidad, daños fisiológicos/anatómicos o pérdida de audición pueden inducir respuestas de comportamiento como la evitación, la alteración de la velocidad y la dirección de natación y la alteración del comportamiento de cardumen (Sarà et al., 2007). Además, este ruido puede enmascarar sonidos que afectan a la comunicación entre los peces (Purser y Radford, 2011). Aunque el ruido de las embarcaciones aumentaría en el área operativa del proyecto como resultado del desarrollo del mismo, se espera que los efectos negativos en el comportamiento de los peces sean a corto plazo y estén localizados en las zonas donde se concentra el aumento de la actividad. Teniendo en cuenta el escaso número de buques asociado a las actividades del proyecto dentro del área operativa y en la presunción de que los individuos o grupos de peces y cefalópodos presentes en el área pueden estar familiarizados con los diversos y frecuentes ruidos relacionados con los buques, se espera que los impactos del ruido de los buques sobre este componente sean poco significativos.

3.3.3 Derrames de hidrocarburos

Anteriormente, en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. A continuación se evalúa como estos eventos accidentales podrían afectar a la fauna íctica y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto en el caso de su ocurrencia.

En el océano abierto, la mayoría de las especies pelágicas son muy móviles y los peces demersales viven a una profundidad relativamente grande en la columna de agua, por lo que es poco probable que entren en contacto con los derrames de la superficie. Los peces generalmente no emergen a la superficie del mar, sin embargo, es posible que los individuos se alimenten en la misma. Dado el limitado período de presencia de una mancha de diésel después de un vertido y su limitada extensión areal, los impactos para las especies de peces por ingestión se consideran poco significativos.

En la columna de agua los hidrocarburos disueltos pueden afectar físicamente a los peces si su exposición se produce durante un periodo prolongado (de semanas a meses). La asfixia por el recubrimiento de las branquias puede provocar efectos letales y subletales por la reducción del intercambio de oxígeno, y el recubrimiento de las superficies corporales puede provocar una mayor incidencia de irritación e infección. Los peces también pueden ingerir gotas de hidrocarburos o alimentos contaminados, lo que provoca una reducción del crecimiento. Los efectos serán mayores en los primeros metros superiores de la columna de agua y en las zonas cercanas al origen del derrame, donde es probable que las concentraciones de hidrocarburos sean más elevadas, por lo que no se espera que las comunidades de peces demersales se vean afectadas.



La fracción soluble en agua (fase disuelta) que contiene la fracción aromática es el componente más importante a la hora de evaluar los impactos en los peces. El MGO tiene bajos niveles de aromáticos que se evaporan rápidamente luego del derrame (~24 horas), y las especies de peces, si se exponen, necesitarían tiempos de exposición sustancialmente largos (por ejemplo, 96 horas) para que se produzcan impactos.

En cuantos a los huevos y larvas de peces, existe la posibilidad de que se produzca una mortalidad localizada de los mismos debido a la reducción de la calidad del agua y a la toxicidad. Los huevos, las larvas y los peces jóvenes son comparativamente más sensibles a los hidrocarburos (en particular a los hidrocarburos dispersos), como se ha demostrado en las pruebas de toxicidad en laboratorio; sin embargo, no hay registros de casos que sugieran que la contaminación por hidrocarburos tenga efectos significativos en las poblaciones de peces en mar abierto. Esto se debe, en parte, a que cualquier muerte de peces jóvenes inducida por el petróleo suele ser de poca importancia en comparación con las pérdidas naturales de cada año por depredación natural y dado que los peces desovan en grandes áreas (AMSA, 2011 en PGS, 2018).

No se estima que los peces pelágicos que nadan libremente sufran daños a largo plazo por la exposición al derrame de petróleo porque no se espera que los hidrocarburos disueltos en el agua sean suficientes para causar daños (ITOPF, 2010). Dada la limitada presencia espacial y temporal del derrame y el limitado número de peces potencialmente afectados, el impacto se evalúa como moderado.

No se espera que los impactos sobre los huevos y las larvas distribuidos en la columna de agua superior sean significativos dado el período temporal de deterioro de la calidad del agua y la extensión limitada del área afectada por el derrame. Dado que la dispersión de huevos/larvas está ampliamente distribuida en las capas superiores de la columna de agua, se espera que la deriva inducida por la corriente reemplace rápidamente cualquier población afectada por el petróleo. El impacto se evalúa como moderado.

3.3.4 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el impacto sobre la fauna ictícola se considera de igual manera poco significativo.



3.4 TORTUGAS MARINAS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las tortugas marinas presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a posible perturbación física y riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones sonoras de los buques)
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.4.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

3.4.1.1 Efectos de las prospecciones sísmicas sobre las tortugas marinas

Muy pocos países presentan lineamientos para mitigar los efectos de los arreglos sísmicos en las tortugas marinas (Nelms et al., 2016). En Brasil la normativa de IBAMA define una distancia mínima de 500 m entre la tortuga y el buque para apagar la fuente sísmica de manera temporaria.

Las publicaciones de datos provenientes de observación de tortugas marinas en relación con las prospecciones sísmicas también son escasos.

Parente et al., 2006 analizaron los avistajes diurnos de tortugas marinas durante varias campañas de prospección sonora en el nordeste brasileño, sin encontrar diferencias significativas en la posición o actividad de las tortugas en relación con el estado de actividad de las fuentes sísmicas. Weir (2007) analizó los avistajes diurnos de tortugas marinas durante campañas de prospección sísmica 3D costa afuera de Angola, en aguas profundas (1000-3000m). Los sonidos producidos por el arreglo tenían niveles de fuente en la región de 220-248 dB re. 1 uPa a 1m, con pico de energía en la franja de 10-200 Hz, y se ejecutaban procedimientos de arranque suave (soft-start) de 20 minutos de duración. La tasa de avistajes durante el periodo sin disparos fue el doble de cuando el arreglo estaba activo, pero la autora señala que esas emisiones sonoras pudieron estar sesgadas por la ocurrencia de periodos de aguas extremadamente calmas, que las tortugas aprovechan para termorregular en superficie. No se registraron comportamientos de evasión asociados a las emisiones de energía sísmica, pero sí reacciones individuales a la presencia del barco y equipo, cuando las embarcaciones pasaban a menos de 10 m de las tortugas que estaban flotando en superficie.

3.4.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área donde se planifica la prospección no constituye un área de reproducción para las tortugas marinas de presencia probable en el área, ni se caracteriza por la presencia especialmente frecuente de las mismas. Tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. De acuerdo al análisis de sensibilidad desarrollado, las estaciones más sensibles serían la primavera y el verano dado que es en este periodo en el que se registran mayor cantidad de avistajes, y se considera entonces como de alta - moderada sensibilidad (dependiendo de la especie). Para el resto del año este grupo presentaría una baja sensibilidad.



La falta de investigación hace que la comprensión de los impactos sobre los individuos sea difícil y las implicancias sobre las poblaciones sean casi imposible de descifrar. Además, la frecuencia y la duración de la exposición a las prospecciones sísmicas no se discute en la literatura, un tema que es claramente importante al determinar el nivel de riesgo para las tortugas. Sobre la base de los estudios que se han realizado hasta la fecha, se considera poco probable que las tortugas marinas sean más sensibles a las operaciones sísmicas que los cetáceos o algunos peces. Por lo tanto, las medidas de mitigación diseñadas para reducir el riesgo o la severidad de la exposición de los cetáceos a los sonidos sísmicos pueden ser informativas sobre las medidas para reducir el riesgo o la severidad de la exposición de las tortugas marinas a los sonidos sísmicos. Sin embargo, las tortugas marinas son más difíciles de detectar visualmente que muchas especies de cetáceos, por lo que se espera que las estrategias de mitigación basadas en avistamientos sean menos efectivas para tortugas que para cetáceos.

Por todo lo expuesto, el impacto sobre este grupo faunístico se considera, en forma precautoria, de intensidad alta durante la primavera y el verano - periodo en el que se realizará la prospección sísmica bajo estudio -, de extensión parcial debido a la propagación del sonido en el ambiente marino, de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más previsibles serían cambios de comportamiento. A su vez se trataría de un efecto directo, periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y a su vez mitigable considerando los protocolos a ser aplicados en cuanto a monitoreo visual por parte de los Observadores de Fauna Marina, radios de exclusión, etc. Teniendo en cuenta lo antedicho, la significación del impacto de la prospección sísmica sobre las tortugas resulta moderada.

3.4.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

La navegación del buque sísmico y los de apoyo pueden presentar un riesgo físico potencial para las tortugas presentes en el área de influencia del proyecto. Además, existe el riesgo potencial de que las tortugas queden atrapadas en las boyas de cola o terminales (*tail buoys*) que se fijan al extremo de cada cable sísmico o *streamer*⁴ las que suelen estar ubicadas a varios kilómetros de la popa de la embarcación, por lo que no es fácil vigilar esas interacciones.

Las heridas de las tortugas marinas por colisión y hélices a causa de sus interacciones con las embarcaciones son comunes. Se dispone de poca información sobre los tipos de embarcaciones responsables de las muertes de tortugas, y aunque la atención se ha centrado en las embarcaciones de recreo, se especula que el tránsito de transbordadores es también responsable de este tipo de daños (USGS, 2011).

La colisión de las tortugas marinas con los buques sísmicos y con los equipos desplegados o arrastrados es posible, incluidos los conjuntos de cañones de aire (encendidos o apagados), las boyas, los cables y los hidrófonos. No obstante, se espera que este riesgo este minimizado debido a la baja velocidad típica de los buques sísmicos.

⁴ En el extremo de cada línea de streamer se conecta una boya de cola o terminal para proporcionar información sobre la posición y también advertir de la presencia del *streamer* que se remolca sumergido (especialmente de noche).

El enredo de tortugas marinas con residuos, artes de pesca, equipos de dragado, etc. es un hecho documentado y muy preocupante para las tortugas marinas. Las tortugas pueden quedar enredadas en cables, líneas, redes u otros objetos suspendidos en la columna de agua y resultar con lesiones, con heridas mortales, ahogadas o asfixiadas (Hofman 1995). Durante las operaciones sísmicas propuestas, numerosos cables, líneas y otros objetos asociados con el conjunto de cañones de aire y los hidrófonos se remolcan detrás del estudio a profundidades de hasta aproximadamente 18 m y podrían atrapar a las tortugas marinas. Weir (2007) señaló que hubo casos en prospecciones de África Occidental en los cuales quedaron tortugas atrapadas en las boyas de cola o terminales, por lo que recomienda el uso de equipos especialmente modificados en las áreas donde se espera encontrar tortugas marinas.

Las tortugas marinas pasan al menos del 20 al 30 por ciento de su tiempo en la superficie para respirar, asolearse, alimentarse, orientarse y aparearse (Lutcavage et al., 1997). En este sentido, no se espera que el remolque del arreglo y el equipo sísmico (*streamers*) interfiera significativamente con los movimientos, incluyendo la migración, de las tortugas marinas que pasan la mayor parte de su tiempo nadando por debajo de la superficie del agua, a menos que queden atrapadas como se indicó anteriormente. Se espera que las tortugas marinas sean capaces de nadar alrededor, por debajo o evitar dicho equipo siempre que puedan detectarlo, por lo que existe un riesgo potencial, aunque bajo, de que algún ejemplar se encuentre y enrede con las líneas y equipos sísmicos.

Como se mencionó anteriormente, el área donde se planifica la prospección no se caracteriza por la presencia especialmente frecuente de tortugas marinas. Tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. No obstante, en función de la cantidad de avistajes las estaciones más sensibles serían la primavera y el verano. Dado que es en este periodo en el que se prevé realizar la sísmica bajo estudio, este impacto se califica como de intensidad moderada.

Debido a que las tortugas marinas pueden pasar una cantidad significativa de sus vidas sumergidas, la posibilidad de una colisión entre las embarcaciones relaciones con el proyecto y una tortuga marina se considera reducida. Por otro lado, el volumen/área real "ocupado" por el equipo sísmico (*streamers*) es diminuto en comparación con el entorno circundante, por lo que el impacto resultaría puntual. Las colisiones, si se producen, es probable que sean fatales para los individuos. Sin embargo, dado que las agregaciones de tortugas en aguas pelágicas tienden a ser raras, se espera que tales incidentes sean insignificantes para las poblaciones regionales. Además, se espera que el riesgo de colisiones de los buques con las tortugas marinas sea minimizado teniendo en cuenta la velocidad operativa relativamente baja de estos buques durante la operatoria sísmica y a que la vigilancia de las tortugas marinas desde el buque sísmico reduciría el potencial de efectos adversos. La modificación de los equipos en los que pueden enredarse las tortugas marinas es también una posible medida de mitigación (adopción de boyas terminales equipadas con protectores de tortugas apropiados).

Todo esto hace que la importancia de este impacto sobre el grupo de tortugas marinas se clasifique como baja.

3.4.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.4.3.1 Emisiones sonoras de los buques

Anteriormente, en el punto 3.3.2.1 se describieron las emisiones sonoras que se asocian al funcionamiento de los buques involucrados en el proyecto. A continuación se evalúa como esas emisiones podrían afectar a las especies de tortugas presentes en el área de influencia del proyecto.



El ruido de los buques es transitorio y generalmente no se propaga a grandes distancias de la embarcación. Los niveles de la fuente se consideran demasiado bajos para causar la muerte, lesiones o cambios en el umbral (BOEM, 2014). Debido al incierto papel del oído en la ecología de las tortugas marinas, no está claro si el enmascaramiento tendría algún efecto sobre las tortugas marinas. Se han observado respuestas conductuales a los buques, pero es difícil atribuir las exclusivamente al ruido y no a las señales visuales o de otro tipo.

De acuerdo con los antecedentes recopilados, es conservador suponer que el ruido asociado al funcionamiento de los buques puede provocar cambios de comportamiento en las tortugas marinas que se encuentran cerca de los mismos. Estos cambios de comportamiento pueden incluir maniobras evasivas, como bucear, o cambios en dirección y/o velocidad de nado. No se espera que este comportamiento evasivo afecte negativamente a estos individuos o a la población, por lo que se espera que los impactos sean poco significativos.

3.4.4 Derrames de hidrocarburos

El petróleo, incluido el diésel refinado, puede afectar a las tortugas marinas a través de varias vías, como el contacto directo, la inhalación del combustible y sus componentes volátiles, y la ingestión (directa o indirectamente a través del consumo de presas contaminadas) (Geraci y St. Aubin, 1987). Varios aspectos de la biología y el comportamiento de las tortugas marinas las ponen en peligro, como la falta de comportamiento de evitación y la inhalación de grandes volúmenes de aire antes de las inmersiones (Milton et al., 2003).

Los estudios han demostrado que la exposición directa de los tejidos sensibles (p. ej., ojos, fosas nasales, otras membranas mucosas) y los tejidos blandos a los hidrocarburos volátiles puede producir irritación e inflamación. Los hidrocarburos pueden adherirse a la piel o al caparazón de las tortugas. Las tortugas que salgan a la superficie dentro o cerca de un derrame de combustible podrían inhalar los vapores del petróleo, causando estrés respiratorio. El combustible ingerido, en particular las fracciones más ligeras, puede ser muy tóxico para las tortugas marinas.

Anteriormente, en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. La exposición puede variar desde ningún efecto hasta lesiones en las vías respiratorias, los pulmones, los ojos o las membranas mucosas. Dada la rápida evaporación del combustible, es probable que la extensión temporal y espacial de la mancha de combustible sea limitada, por lo que se espera que sólo puedan verse afectadas tortugas a nivel individual, sin embargo esto no se considera significativo a nivel de población. Considerando la presencia de especies amenazadas en el área de influencia del proyecto, la pérdida de un ejemplar se estima de alta intensidad, su extensión puntual, es un impacto directo no reversible, pero acotado en el tiempo (temporal) porque la exposición a un impacto de este tipo está limitada a la duración del proyecto en todo caso. Tratándose de un evento accidental su periodicidad se computa como irregular, por lo que el impacto resulta moderado.

3.4.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos). En particular, los residuos vertidos en el medio marino, sobre todo los fabricados con materiales sintéticos, son una forma importante de contaminación marina (Laist, 1997). Los desechos marinos suponen dos tipos de impactos negativos para las tortugas marinas: (1) el enredo y (2) la ingestión.



Teniendo en cuenta las medidas de prevención y respuesta a ser aplicadas a bordo, es poco probable que se liberen en el medio marino cantidades significativas de sustancias químicas y/o residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) procedentes de las actividades de prospección, lo cual reduce considerablemente la probabilidad de que las tortugas marinas se encuentren con residuos o derrames de sustancias químicas procedentes de la actividad propuesta. Por lo tanto, se espera que los impactos de enredo e ingestión de residuos, o exposición a sustancias tóxicas en las tortugas marinas sean poco significativos.

3.5 COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las comunidades bentónicas y planctónicas presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

En cuanto a la presencia del equipo sísmico (*streamers*), es dable señalar que dado que el mismo se remolcará a una profundidad máxima de 18 m de la superficie del agua, no hay posibilidades de que el equipo tenga repercusiones en los hábitats o las especies bentónicas.

3.5.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

3.5.1.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las comunidades bentónicas y el plancton

Las respuestas conductuales de los invertebrados al movimiento de las partículas de la estimulación de baja frecuencia han sido medidas por numerosos investigadores (revisados en McCauley, 1994). Se informa de respuestas de no evasión por parte de los invertebrados de libre distribución (crustáceos), equinodermos y moluscos de las zonas de arrecifes sometidas a ondas sísmicas (Wardle et al., 2001). Para los invertebrados marinos, la exposición a la baja frecuencia del sonido puede causar daños anatómicos, aunque la investigación es limitada. Aunque muchos de los invertebrados no pueden sentir la presión de una onda de sonido o el componente de menor amplitud de los sonidos de alta frecuencia, los sonidos de baja frecuencia y alta amplitud pueden ser detectados a través de la mecano-receptores, particularmente en el campo cercano de tales fuentes de sonido (McCauley 1994).

Los estudios científicos que han examinado los efectos de los estudios sísmicos en las vieiras (Parry et al., 2002; Harrington et al., 2010; Aguilar de Soto et al., 2013; Day et al., 2016), no han indicado que la sísmica puede causar una mortalidad catastrófica o a corto plazo en las vieiras con escenarios de exposición realistas. Harrington et al. (2010) evaluaron vieiras (*Pecten fumatus*) antes y dos meses después de la exposición a una fuente de energía con una presión de operación de 2000 psi. No encontraron evidencia de impactos a corto o largo plazo en la supervivencia o la salud de los adultos. Przeslawski et al. (2016) tampoco registraron ningún impacto de la exposición sísmica en el adulto dos meses después de la exposición al sonido máximo de niveles de exposición de 146 dB re 1 μ Pa².s. Day et al. (2016) encontraron que la exposición a una fuente sísmica (191 – 213 dB re 1 μ Pa p-p) no causó ninguna incidencia de mortalidad masiva inmediata, sin embargo, la exposición repetida (54 - 393 impulsos sonoros) aumentó significativamente la mortalidad, y el riesgo de mortalidad aumentó significativamente con el tiempo.



Sin embargo, se ha registrado sensibilidad a los sonidos de baja frecuencia para la langosta *Homarus americanus* (y varias otras especies de invertebrados (Packard et al., 1990; Turnpenny y Nedwell, 1994). Asimismo, se han observado efectos letales y subletales bajo condiciones experimentales en las que los invertebrados fueron expuestos a las fuentes de aire comprimido hasta cinco metros de distancia. Estas incluyen la reducción de las tasas de crecimiento y reproducción y cambios de comportamiento en los crustáceos (DFO, 2004; McCauley 1994; McCauley et al. 2000). En el cangrejo de las nieves (*Chionoecetes opilio*) en la costa atlántica del Canadá, por ejemplo, no se apreció daño fisiológico, pero si en los efectos en el desarrollo de los huevos fertilizados a 2 m de distancia (Christian et al., 2003) con efectos de retraso en el desarrollo del embrión, la existencia de larvas más pequeñas, e indicaciones de una mayor pérdida de patas. Sin embargo, no se observó una mortalidad aguda o a largo plazo ni tampoco cambios en la supervivencia de los embriones o en la movilidad de las larvas después de la eclosión (DFO, 2004).

Por otro lado, Day et al. (2016) encontraron que la exposición a las armas de aire causó daños en los estatocistos en langostas de roca hasta un año después. Sin embargo, no se detectaron tales efectos en los cangrejos de nieve después de la exposición a 200 impulsos sonoros a intervalos de 10 s y 17- 31 Hz) (Christian et al. 2003). Por lo tanto, los resultados dispares entre estos estudios parecen deberse a las diferencias en los niveles de exposición al sonido y la duración, en algunos casos debido a la interferencia del tanque, aunque las diferencias específicas de los taxones en cuanto a la vulnerabilidad física al estrés acústico no puede ser descontada. Un bivalvo, *Paphia aurea*, mostró estrés acústico como se evidencia con la hidrocortisona, niveles de glucosa y lactato cuando se someten a un ruido sísmico (Moriyasu et al., 2004). Las tasas de captura también disminuyeron con la exposición al ruido sísmico el gasterópodo *Bolinus brandaris* (Moriyasu et al., 2004). Se observó que las vieiras comerciales (*Pecten fumatus*) y las vieiras de pasta (*Mimachlamys asperrima*) procedentes de muestras de dragado e imágenes in situ tenían una gran variabilidad en cuanto a su abundancia y tamaño entre lugares y períodos de tiempo, pero esto no estaba relacionado con el estudio sísmico, ni se observó mortalidad de vieiras atribuible al estudio sísmico (Przeslawski et al., 2016). En Nueva Zelanda, larvas de vieira, *Pecten novaezelandiae*, expuesto a reproducciones de pulsos de baja frecuencia en el laboratorio mostraron importantes retrasos en el desarrollo y el cuerpo desarrollado anormalidades (Aguilar de Soto et al., 2013). En el Anexo I a este Capítulo la Figura 17 resume varios impactos en diferentes taxones de invertebrados.

En relación con el plancton, estudios experimentales han establecido que se producen daños severos o muerte sólo en una radio de pocos metros alrededor de las fuentes de emisión de energía de aire comprimido, donde los niveles de energía son máximos.

Respecto al zooplancton, se conoce poco acerca del efecto del ruido sísmico en estos organismos dado que carecen de estructuras auditivas, aunque son sensibles a cambios de presión y sus cuerpos generalmente tienen la misma densidad que el agua circundante.

Según los resultados obtenidos por McCauley y otros, (2017) acerca del impacto de la actividad sísmica sobre comunidades de zooplancton, se registró que la exposición experimental al ruido simulado de un cañón provocó la disminución en la abundancia de zooplancton, y causó un aumento en la mortalidad de adultos y larvas de un nivel natural del 19%/día a un 45%/día, siendo en las larvas del krill del 100%. Esta mortalidad se observó hasta el rango máximo de 1,2 km muestreado, muy superior al previamente supuesto de 10 m, invalidando así la idea convencional de impacto limitado y localizado.



Complementariamente, Richardson y otros, (2017) analizaron, mediante una modelización, el impacto de las prospecciones sísmicas sobre el zooplancton en la plataforma del Noroeste de Australia. Los resultados arrojaron que existiría un impacto sustancial de la actividad sísmica en las poblaciones de zooplancton en una escala local dentro o cerca del área de la prospección, con una disminución máxima del 22% en las poblaciones de zooplancton en el área de afectación directa y 14% dentro de los 15 km del área de la realización de la sísmica. Sin embargo, a escala regional los impactos fueron mínimos: 2% en 150 km, y no discernible a mayor escala. También se encontró que el tiempo para que la biomasa del zooplancton se recuperara a una prospección sísmica offshore dentro del área de afectación directa y hasta los 15 km fue sólo 3 días después de la finalización de las tareas.

3.5.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, tanto para el componente de bentos como para el plancton, para la zona donde se ubican las áreas CAN_100-108 y 114 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas.

El área de influencia directa del proyecto tampoco se superpone con zonas de máxima productividad fitoplanctónica, ni de máxima biomasa zooplanctónica. No obstante, en relación al zooplancton, se considera que las larvas de crustáceos y el Krill tienen una sensibilidad mayor (intermedia) durante las estaciones de primavera y verano dado que es el periodo de máxima productividad. El resto del año la sensibilidad de este componente es baja.

Si bien la incipiente bibliografía indica que la actividad sísmica puede provocar un aumento de la mortalidad en las comunidades de zooplancton, este impacto se manifestaría significativamente a escala local y dentro del área acotada a la operación de la fuente sísmica. Adicionalmente su efecto puede ser considerado temporal, dado que se ha verificado una recuperación sustancial a las 72 hs.

En cuanto a las comunidades bentónicas el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año. El área de influencia indirecta del proyecto no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales. Sin embargo, el área de adquisición de datos sísmicos CAN_114 se superpone en parte al norte de las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables. La vieira patagónica se observa con baja densidad de la biomasa en el área de influencia indirecta del proyecto, sin embargo en el área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 no se observan áreas de reproducción, alimentación o cría de esta especie. Las especies de crustáceos decápodos registrados en el área de influencia indirecta del proyecto no tienen importancia económica, presentando pesquerías bycatch/incidental, si bien estas especies presentan gran relevancia ecológica. En el área de influencia directa del proyecto CAN_100-108 solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas. El área de influencia directa del proyecto CAN_114 no se superpone con sitios de reproducción o alimentación de centolla.

De todos modos, en relación al grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 1200 y 3900 metros. En consecuencia, considerando que la bibliografía revisada señala que estos organismos pueden verse afectados en el campo cercano a las fuentes de sonido (5 metros de distancia) y que estas fuentes se ubicarán a una profundidad de 6 metros, no se prevé una afectación de este componente.



De acuerdo a lo antedicho, el impacto debido a las actividades de prospección se relaciona únicamente con la afectación del zooplancton (excluyendo la afectación de los huevos y larvas de peces que fue evaluada anteriormente – ver punto 3.3.1 -), el cual será de intensidad media teniendo en cuenta la sensibilidad asociada a los crustáceos y el krill (media). La extensión se considera puntual dado que como se mencionó, los efectos significativos podrán darse en todo caso dentro del área acotada en la que se encuentre operando la fuente sísmica. El momento del impacto es inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en tres días (concordante con el período de recuperación del zooplancton de acuerdo con la información antecedente), mientras que el efecto sería directo. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre el plancton sea baja.

En función de la baja afectación de este componente, se descarta que pueda existir un efecto negativo sobre los peces, aves y mamíferos marinos cuyo sustento alimenticio está conformado por estas comunidades.

3.5.2 Derrames de hidrocarburos

En el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. En el caso de los pequeños derrames que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, existe la posibilidad de que los niveles tróficos inferiores queden expuestos a ellos.

Los invertebrados bentónicos suelen estar protegidos de la contaminación directa por hidrocarburos por su naturaleza flotante, aunque la profundidad de penetración del petróleo en la columna de agua depende de la turbulencia. Dado que estas especies viven a una profundidad relativa en la columna de agua y es poco probable que entren en contacto con derrames en la superficie o se expongan a los hidrocarburos dispersos en la columna de agua, no se espera que un derrame superficial de diésel de tamaño limitado afecte a esta fauna.

En cuanto al plancton, la exposición a los hidrocarburos en la superficie o en la columna de agua puede provocar cambios en la composición de las especies, con disminuciones o aumentos de una o más especies o grupos taxonómicos (Batten, 1998). El fitoplancton también puede experimentar una disminución de las tasas de fotosíntesis (Goutz et al., 1984; Tomajka, 1985). En el caso del zooplancton, los efectos directos de la contaminación pueden incluir la asfixia, los cambios de comportamiento o los cambios ambientales que los hacen más susceptibles a la depredación (Chamberlain y Robertson, 1999). La productividad estacional del plancton es fundamental para la producción de krill, que sustenta la presencia de la megafauna en la zona.

Los hidrocarburos dispersos pueden provocar impactos letales y subletales en una parte del plancton de la zona afectada cuando se superan los umbrales de concentración superficial o dispersión en la columna de agua. No obstante, dado que el plancton se distribuye de forma amplia pero irregular y se dispersa en la superficie de la columna de agua, se espera que la deriva inducida por la corriente reemplace rápidamente cualquier población afectada por el derrame (ECOS, 2001). Una vez que se restablezcan las condiciones de calidad del agua de fondo, las comunidades planctónicas se restablecerán rápidamente debido a la alta rotación de la población y al corto tiempo de generación que amortigua el potencial de disminución de la población a largo plazo (ITOPF, 2011).

Sobre la base de las limitadas áreas afectadas temporalmente por los hidrocarburos superficiales y dispersos, los impactos son a corto plazo (con recuperación en la escala de tiempo de días a semanas), recuperables y no se espera que tengan un impacto significativo en las poblaciones de plancton.



3.5.3 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el impacto sobre las comunidades bentónicas y planctónicas se consideran de igual manera poco significativos.

3.6 AVES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las aves presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones lumínicas de los buques y las emisiones sonoras de los buques y el helicóptero a utilizar en el caso eventual de situaciones de emergencia);
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.6.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénico que los mamíferos. Los efectos del ruido en aire incluyen daños en el sistema auditivo y respuestas comportamentales. En aire exposiciones continuas a ruidos por niveles encima de 90-95 dB SPL causan TTS y por encima de 110 dB (a) SPL pueden provocar PTS (Dooling y Therrien, 2012).

Las aves marinas son especies anfibas, que tienen que escuchar en medios que poseen enormes diferencias en impedancia acústica. La mayoría de las aves marinas pasan la mayor parte de su vida en el mar. Los mecanismos para escuchar en cada medio pueden ser distintos, ya que poseen adaptaciones anatómicas para escuchar bajo el agua.

Si bien, la literatura general menciona que los posibles efectos de las actividades sísmicas sobre las aves marinas incluirían: (i) perturbación de las actividades usuales de alimentación, cría y patrones de migración; (ii) limitaciones en la alimentación debido a los efectos de los pulsos sísmicos sobre los peces que constituyen el alimento de las aves, y; (iii) afectaciones físicas de las aves que pasan mucho tiempo sumergidas en busca de alimento, existe una enorme carencia de información sobre observaciones de efectos fisiológicos y comportamentales de las aves marinas, en particular en relación a las prospecciones sísmicas.

Se presentan a continuación elementos específicos para la evaluación de impactos sobre las aves marinas, siguiendo la agrupación realizada respecto a las profundidades y la información disponible sobre la audición (ver punto 1.3.5).



3.6.1.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas

Buceadores de profundidad (P)

En los '80s se aplicaban técnicas de amedrentamiento para disminuir la mortalidad de pingüinos por detonaciones de explosivos subacuáticas durante operaciones de construcción o acceso portuario, como así también distribución y preparación de las cargas explosivas para que la mayor parte de la onda se dispersara en el aire. Cooper (1982) y Brown y Adams (1983) relatan que el uso de fuegos artificiales del tipo ensordecedor previo a las detonaciones funcionaba para espantar los pingüinos que estaban en las vecindades o flotando en la superficie, pero no para los que venían nadando por el fondo, que quedaban flotando inconscientes en la superficie y al recuperarse mostraban signos de concusión y falta de coordinación muscular, un indicador de PTS.

Los pingüinos se caracterizan por que su alimentación se realiza completamente bajo el agua. Emiten vocalizaciones desde la superficie mientras se desplazan entre sitios y también bajo el agua para alimentarse con ciertas presas (Thiebault et al., 2019; Sorensen, 2020), un comportamiento asociado posiblemente a la formación o cacería en grupos.

Pichegru et al. (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus*), antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D realizadas dentro de un radio de 100 km de sus colonias reproductivas, mediante uso de GPS y los compararon con registros multianuales de la misma población. Los pingüinos buceaban en promedio a 30 m de profundidad, con inmersiones de hasta 3 minutos, en un rango de 30–40 km de sus colonias. Los pingüinos mostraron comportamiento de evasión fuerte de sus áreas de alimentación habituales durante la actividad sísmica, alimentándose significativamente más lejos del buque sísmico mientras este estaba en operación (Figura 1). Las aves revirtieron su comportamiento normal cuando cesaron las operaciones, aunque se desconoce si hubo efectos a largo plazo sobre el sistema auditivo de las aves. Los autores consideran que el comportamiento de evasión se debería probablemente a que los sonidos emitidos por los buques son ruidos molestos, disturbios, ya que en las prospecciones con ecosonda no registraron disminuciones de abundancia de sus peces presa. Los autores postulan que las actividades de prospección sísmica afectarían las comunicaciones grupales. En función de este estudio, teniendo en cuenta que los pingüinos son especies vulnerables a la extinción, y que las colonias muestran gran variabilidad en sus números poblacionales (e incluso muchas están disminuyendo debido a incrementos en lluvias y otros fenómenos climáticos y a problemas de interacción con las pesquerías), los autores recomiendan restringir las actividades de prospección sísmica a más de 100 km de las colonias reproductivas.



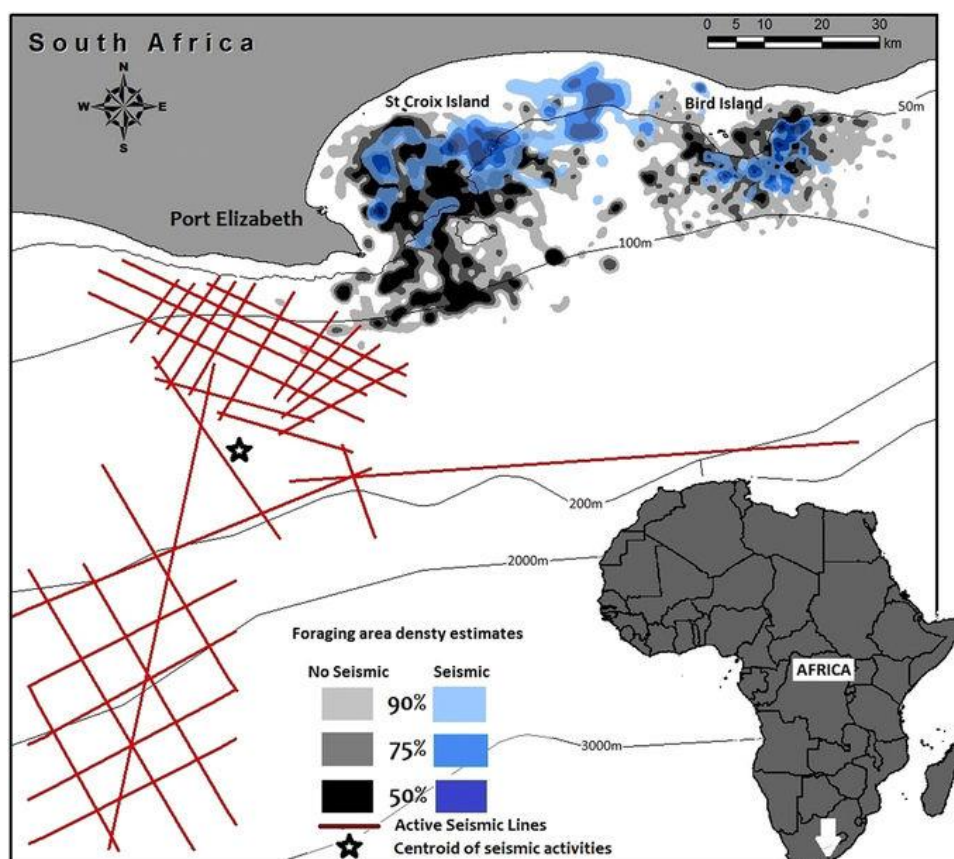


Figura 12. Superposición de las áreas de alimentación de los pingüinos africanos de las dos principales colonias de la Bahía de Algoa, antes (2009–2013 en gris) y durante (marzo 2013, en azul); las actividades de prospección sísmica en líneas rojas. Fuente: Pichegru et al. (2017).

Se sabe que el éxito reproductivo del pingüino patagónico se relaciona con la distancia de la colonia al lugar de alimentación de los adultos, menor de 180 km y máxima a menos de 70 km (Boersma y Rebstock, 2009).

Para el pingüino penacho amarillo que anida en Isla de los Estados se conoce que fuera de la época de cría (invierno) suelen hacer viajes que en promedio no superan las distancias de 100 km de su área de anidación (Putz et al., 2006).

Buceadores superficiales (B)

En este grupo se destacan los petreles buceadores que son aves de pequeño tamaño, especializados en predaar mesozooplankton, particularmente eufáusidos y copépodos (Reid et al., 1997). Una parte significativa del día la pasan bajo el agua persiguiendo a sus presas, con valores promedio de 76 inmersiones por hora (Dunphy et al., 2015). Difieren de otros Procellariiformes en que durante la época de cría realizan viajes locales de alimentación que duran todo el día, alejándose a no más de 45 km en distancia lineal de la colonia y regresando a la noche (Dunphy et al., 2020).

Cristina Goyenechea

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

No buceadores (NB)

Rubio et al (2015) realizaron observaciones de aves marinas durante una campaña de prospección sísmica en una región próxima, aguas afuera del Río de la Plata. No encontraron relación entre la abundancia de aves marinas y la distancia al buque de prospección, pero estos resultados pueden interpretarse como sesgados ya que la observación de aves se hacía en paralelo durante las actividades de pesca, y casi la mayor abundancia de especies registradas correspondía a especies de este tipo.

Fuera de la zona de estudio, Seco Pon et al. (2019) analizaron el sector comprendido entre la bahía de San Sebastián y Río Grande durante una prospección sísmica llevada a cabo entre agosto y noviembre de 2012. Las aves marinas resultaron más abundantes durante operaciones de exploración en ausencia de actividad sísmica (i.e., las fuentes de energía sísmica no se encontraban activas). Esto también sucedió cuando se consideraron grupos de aves marinas con hábitos de alimentación contrastante (buceadores y zambullidores superficiales / carroñeros). Fueron identificadas al menos 16 especies de aves marinas, más del 60% de las cuales, fueron Procellariiformes, siendo las más abundantes en cuanto a número y ocurrencia la pardela oscura, el albatros ceja negra, el cormorán imperial y el pingüino patagónico.



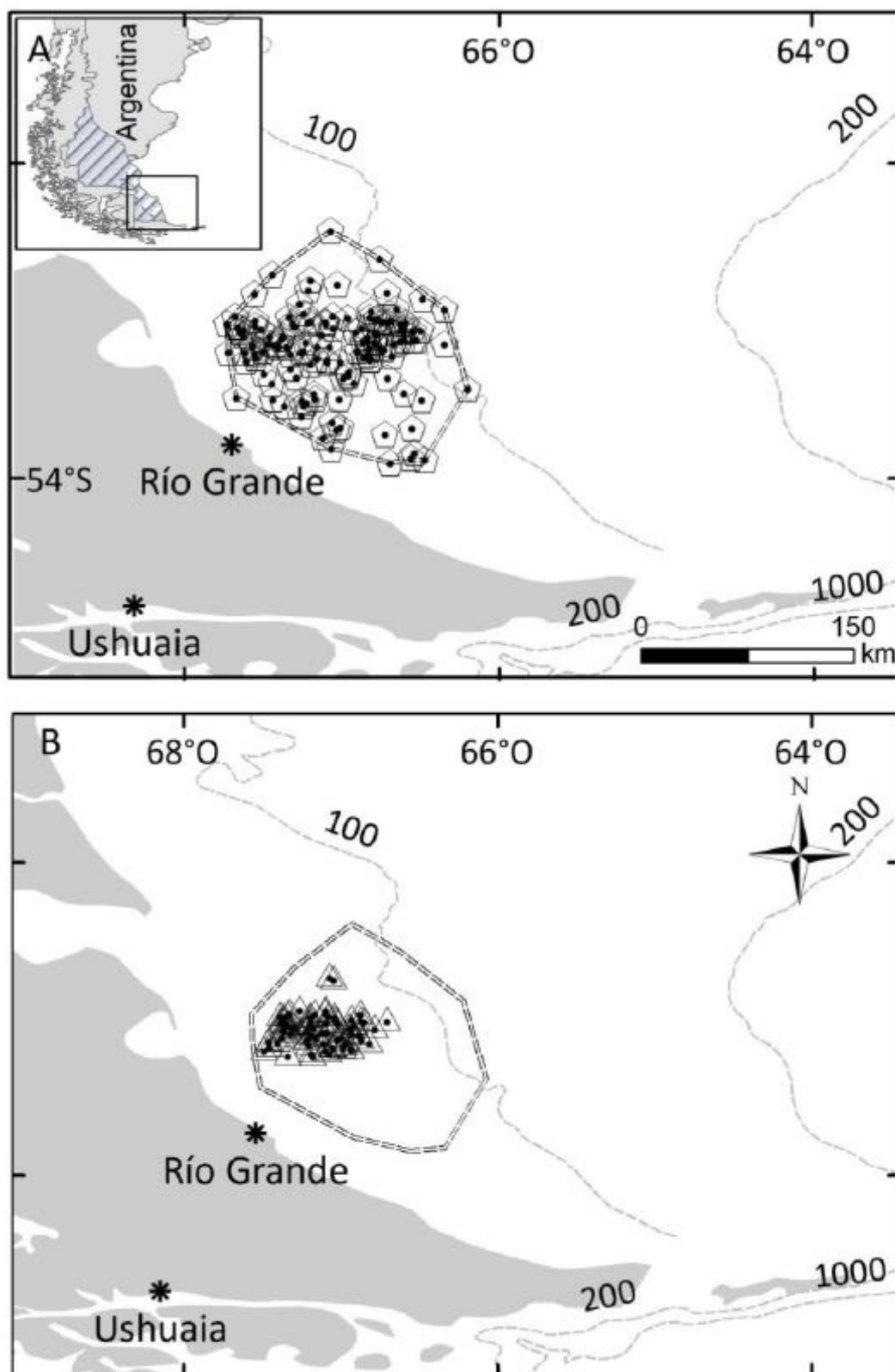


Figura 13. Distribución de la abundancia total de aves marinas (conteos con presencia de aves) en aguas al este de la Bahía de San Sebastián, entre 21 de agosto al 6 de noviembre de 2012, durante la prospección de un buque sísmico durante momentos sin actividad de exploración sísmica. Cada marca representa un conteo individual. La doble línea punteada representa el límite exterior del área prospectada. Fuente: Seco Pon et al., 2019.

[Signature]

3.6.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto es muy importante como área de alimentación para las aves marinas durante todo el año y también como área de paso para migradores interhemisféricos. Sin embargo, las especies presentes no se reproducen en alta mar, teniendo sus lugares de nidificación y crianza a cientos o miles de kilómetros de sus áreas de alimentación, por lo cual el área de influencia del proyecto se considera con sensibilidad media durante todo el año. Al respecto, es dable igualmente señalar la situación del petrel barba blanca, el que además de ser abundante se encuentra con un elevado grado de amenaza. Su sensibilidad ante el proyecto se considera como alta durante los meses más cálidos. Esta especie es considerada como Amenazada a nivel local pero Vulnerable a nivel regional.

Según la información bibliográfica recolectada, se infiere que las aves marinas pueden dar cuenta fundamentalmente de cambios en el comportamiento durante la etapa de sonorización los cuales se revertirían cuando cesan las operaciones. Las investigaciones más recientes sugieren que se producen respuestas fundamentalmente conductuales de desplazamiento o evitación, pero el mismo puede ser dependiente de la respuesta de sus presas. Dado que los efectos del proyecto sobre los componentes de plancton y peces de los que la avifauna se alimenta, serán en todo caso temporales, esta respuesta de comportamiento podrá ser, a lo sumo, también temporal. En el caso del grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, la bibliografía disponible señala que el comportamiento de evitación de sus áreas de alimentación podría deberse a que los impulsos sonoros provenientes de fuentes sísmicas interfieran con sus comunicaciones grupales.

De acuerdo a la metodología adoptada para la evaluación ambiental, el impacto debido a las actividades de prospección será de intensidad media considerando que la bibliografía consultada señala que la sonorización sísmica produce fundamentalmente efectos comportamentales sobre las aves marinas, en tanto que las aves marinas fueron clasificadas con sensibilidad intermedia dado que el área de influencia de la zona de prospección se encuentra alejada de los sitios de nidificación y crianza de este grupo. Se considera la afectación de solo una porción de un área de alimentación que es mucho más amplia, por lo que se califica como un impacto de alcance, a lo sumo, parcial. De momento inmediato ya que el desarrollo de las acciones de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico, y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido. A su vez se trataría de un efecto directo, periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y a su vez mitigable considerando que existen medidas mitigatorias a adoptar en lo que respecta a la emisión de las actividades de prospección (arranque suave). Todo esto hace que la significación del impacto del proyecto sobre la avifauna sea moderada.

3.6.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Otro posible efecto para las aves marinas vinculados con la presencia de las embarcaciones y el equipo sísmico se relaciona con la atracción hacia los buques y la subsiguiente colisión o enredo.

Como parte del registro sísmico bajo estudio participarán 3 buques. Este nivel de tráfico de buques no supone un aumento significativo en comparación con el tráfico de buques existente en aguas cercanas a la costa o en alta mar. Además, el buque sísmico durante el registro se mueve con relativa lentitud (4 a 5 nudos), lo que permitiría a las aves marinas apartarse fácilmente del camino de los buques de prospección.



En este sentido, no se espera que la posibilidad de que las aves colisionen con un barco sea significativa para las aves individuales o sus poblaciones. No obstante, una serie de especies de aves marinas, incluyendo miembros de las familias Procellariidae, son generalmente atraídas por los buques. Se cree que esta atracción se debe a la atracción de la luz por la noche lo cual se analiza a continuación en el punto 3.6.3.1. Sin embargo, algunas aves se dedican a seguir a los barcos como estrategia de forrajeo, especialmente a barcos de pesca comercial o recreativa.

Como se mencionó anteriormente, la pardela cabeza negra, incluida dentro del grupo de buceadores superficiales, es una de las especies con mayor abundancia en la zona de proyecto. Esta especie migradora está presente alimentándose en la zona durante la época reproductiva. Para capturar su alimento entre cardúmenes bucea zambulléndose a poca profundidad. Además esta es una especie seguidora de barcos y puede presentar riesgo de colisión o enganche.

No obstante lo antedicho, incluso si las aves de las familias Procellariidae, se vieran atraídos por las embarcaciones de prospección o se posaran cerca de una embarcación de prospección, el potencial de colisión con la embarcación o de enredo es muy bajo, ya que el buque sísmico se mueve a una velocidad relativamente baja (4 a 5 nudos) y el equipo sísmico (*streamer*) se remolcará detrás de los buques a profundidades de hasta 18 metros por debajo de la superficie. No existen pruebas empíricas que indiquen que estos tipos de aves marinas pueden enredarse en los arreglos sísmicos, a pesar del potencial de atracción hacia los mismos (BOEM, 2014). Dado que existe un bajo potencial de impacto por colisión con embarcaciones o por enredo; se espera que los impactos sean de baja importancia para las aves individuales y sus poblaciones. En todo caso este impacto podrá darse de manera muy localizada alrededor de los buques.

3.6.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.6.3.1 Emisiones lumínicas de los buques

Las actividades sísmicas que requieren iluminación comprenden:

- La seguridad marina, en cuanto a la iluminación de navegación de los buques para proporcionar una clara identificación a otros usuarios marinos (prevención de colisiones);
- Iluminación de cubierta para permitir el movimiento seguro del personal alrededor de la cubierta durante horas de oscuridad; y
- Durante períodos discontinuos en las horas nocturnas, es posible que se requiera iluminación puntual para la inspección, despliegue y la recuperación del equipamiento sísmico en el agua (esto implicaría principalmente el uso de reflectores en la popa del buque sísmico que se enfocan hacia la fuente de sonido). Cabe señalar que las condiciones climáticas y de oleaje pueden impedir estas inspecciones en el agua en horas nocturnas por motivos de seguridad del personal.



La presencia y movimiento de las embarcaciones pueden provocar impactos en el comportamiento de las aves marinas. Como se mencionó anteriormente, el efecto de las luces y destellos provenientes de las embarcaciones como potenciales atractores de aves marinas con vuelo nocturno está muy documentado. Las luces artificiales pueden generar colisiones y mortalidad, particularmente en condiciones de mala visibilidad nocturna por la luna o las estrellas (bruma, neblina), en las cuales las aves pueden quedar desorientadas y estrellarse contra la embarcación o en cubierta, o quedar atrapadas entre el equipo sísmico desplegado en el agua. Esta atracción a las luces puede provocar asimismo que las aves vuelen en círculos alrededor de los buques, usando energía adicional, demorando su migración o su alimentación, lo que puede resultar en inanición. Estos riesgos son particularmente importantes para aquellas especies que se alimentan de presas que son bioluminiscentes y por lo tanto son atraídas naturalmente por las luces, como es para el área de influencia del proyecto la pardela cabeza negra, una de las especies con mayor abundancia en la zona de proyecto. Esta especie migradora está presente alimentándose en la zona durante la época reproductiva. Para capturar su alimento entre cardúmenes bucea zambulléndose a poca profundidad. Es una especie seguidora de barcos y puede presentar riesgo de colisión o enganche.

El nivel de impacto, sin embargo, depende de la ubicación de la iluminación en alta mar y las condiciones meteorológicas. Las aves tienden a ser atraídas por la iluminación durante las noches con niebla y/o con una cobertura de nubes superior al 80% (Van de Laar, 2007)⁵. Las aves que son atraídas por la luz gastarán energía para llegar a los buques, pero esto sólo causará un pequeño aumento en el gasto total de energía para el individuo.

Este impacto podrá producirse principalmente en el ambiente de alta mar pero puede extenderse al entorno cercano a la costa debido a los movimientos del buque de apoyo implicado en el reabastecimiento / cambios de tripulación.

Dentro de las AICAS, es esperable una mayor presencia de aves marinas y costeras. El AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte está situada en el área de influencia indirecta del proyecto a unos 28 km de los límites occidentales del área operativa CAN_114, y será atravesada por la ruta logística que une el Puerto de Mar del Plata con el área CAN_114. Asimismo, la ruta logística involucra en la zona costera al AICA "Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata". Se espera que las aves se encuentren en pequeñas cantidades al cruzar las áreas y, en algunos casos, podrían ser atraídas por los buques.

Dada la naturaleza temporal y en constante movimiento de las fuentes de luz, no se esperan impactos de importancia para las especies de aves marinas. La perturbación será muy localizada, afectando sólo a un pequeño número de aves en alta mar y en el entorno cercano a la costa, ocurriendo periódicamente a lo largo del Proyecto.

3.6.3.2 Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero)

Otro posible efecto para las aves marinas y costeras vinculados con la presencia de las embarcaciones se relacionan con el ruido de los buques.

⁵ Van de Laar, F.J.T 2007. Green light to birds Investigation into the effect of bird-friendly lighting. NAM LOCATIE L15-FA-1.



Algunas aves marinas descansan en la superficie del agua, rozan la superficie del agua o bucean a poca profundidad sólo durante períodos cortos. Debido a estos comportamientos, los miembros de estas familias no entrarían en contacto con el ruido subacuático de las embarcaciones, o el contacto sería tan breve que provocaría una escasa alteración de los patrones de comportamiento u otros efectos no perjudiciales. Por lo tanto, los impactos del ruido de los buques para estas aves marinas sería poco significativo.

Las aves marinas buceadoras, podrían ser susceptibles al ruido submarino generado por los buques de prospección. No obstante, el número de buques asociado al proyecto (3) no supone un aumento significativo del ruido ambiental existente, además el buque sísmico se mueve a baja velocidad y los niveles de ruido se disipan rápidamente con la distancia desde los buques. Por lo tanto, tampoco se espera que los impactos del ruido submarino de los buques sean significativos para este grupo de aves.

También el helicóptero genera ruido de sus motores, fuselaje y hélices, y su presencia física volando a baja altura puede perturbar a las aves marinas y costeras, incluidas las que se encuentran en la superficie del mar y en vuelo, tanto por el ruido como por la perturbación visual. Las respuestas de comportamiento al vuelo de las aeronaves incluyen el arrojo a la superficie del mar en vuelo o los cambios rápidos de velocidad o dirección de vuelo. Estas respuestas de comportamiento pueden provocar una colisión con la aeronave que pueda llegar a utilizarse en el caso que se presente una emergencia de evacuación (eventualmente).

En este sentido se debe tener en cuenta que la operación de helicópteros, en caso de ocurrir, sólo sería circunstancial y con rutas planificadas por lo que se considera que la afectación sobre las aves será poco significativa.

3.6.4 Derrames de hidrocarburos

Anteriormente, en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. Este vertido accidental podría producirse tanto en alta mar como cerca de la costa, y las especies de aves marinas y costeras afectadas y el tipo de efecto diferirían en función de la ubicación del vertido (Wiese y Jones, 2001; Castege et al., 2007).

Si el accidente se produjera en aguas cercanas a la costa, las aves costeras y las aves marinas costeras, podrían verse afectadas directa o indirectamente. Los impactos directos incluirían el empetrolamiento físico de los individuos. Los efectos de los vertidos de petróleo en las aves costeras y marinas incluyen la posibilidad de que se produzcan daños en los tejidos y en los órganos a causa del petróleo ingerido durante la alimentación y el acicalamiento por la inhalación de petróleo, así como el estrés que podría dar lugar a interferencias en la detección de alimentos, la evitación de depredadores, la localización de especies migratorias y los problemas de respiración.

Los efectos indirectos podrían incluir la contaminación por hidrocarburos de los hábitats de nidificación y alimentación y el desplazamiento a lugares secundarios. La posibilidad de que se produzca una colisión con un buque es bastante baja, y la posibilidad de que se produzca un vertido es aún menor. Un evento accidental podría dar lugar a un vertido de combustible por parte de una de las embarcaciones del proyecto, pero tal evento tiene una probabilidad muy baja de ocurrir, y si ocurriera, se prevé que debido al tamaño relativamente pequeño del vertido el área de impacto sería limitada.



Por lo tanto, no se espera que un derrame accidental de combustible en aguas cercanas a la costa provoque impactos significativos en estos tipos de aves costeras y marinas. Los impactos sobre las aves costeras y las especies de aves marinas oscilarían entre poco significativo y bajos, dependiendo del momento y la ubicación. No obstante, dado la presencia de especies amenazadas, si se produjera un vertido accidental de combustible que las afecte se produciría un impacto moderado, ya que las aves son muy susceptibles a los impactos del petróleo.

Si el suceso accidental se produjera en alta mar, el combustible flotaría en la superficie del agua. Existe la posibilidad de que las aves marinas se vean afectadas directa e indirectamente por el combustible derramado. Los impactos incluirían la lubricación del plumaje y la ingestión (resultante del acicalamiento). Los impactos indirectos podrían incluir la contaminación de los hábitats de alimentación y el desplazamiento a lugares secundarios. Teniendo en cuenta lo antedicho en cuanto al tamaño del derrame su impacto sería limitado. En tanto que la dispersión, erosión y evaporación reducirían la cantidad de combustible que permanezca en la superficie. Los impactos para las aves marinas ante un incidente de derrame que involucre a los buques bajo estudio en alta mar oscilarían entre poco significativo y bajos. Igualmente, dado la presencia de especies amenazadas, si se produjera un vertido accidental de combustible que las afecte se produciría un impacto moderado, ya que, como se mencionó, las aves son muy susceptibles a los impactos del petróleo.

Dentro de las AICAS, se espera que haya una mayor presencia de aves marinas y costeras. Como se mencionó anteriormente, en el área de influencia del proyecto se ubica el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, situada a unos 28 km de los límites occidentales del área operativa CAN_114. Asimismo el área de influencia del puerto de apoyo logístico, en la zona costera de Mar del Plata involucra al AICA "Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata".

Si el derrame se produjera dentro de estas AICAS o en sus inmediaciones, habría un mayor potencial de impacto sobre las aves allí presentes. Estos impactos oscilarían entre bajos y moderados, dependiendo del momento y la ubicación.

3.6.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el impacto sobre la avifauna se considera de igual manera poco significativo.



3.7 ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las aves presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a posible perturbación física y riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones lumínicas de los buques y las emisiones sonoras de los buques y el helicóptero a utilizar en el caso eventual de situaciones de emergencia);
- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.7.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Las zonas protegidas o de preservación de la biodiversidad representan reductos de especial sensibilidad en cuanto corresponden a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico. De esta manera cualquier actividad que se realice en inmediaciones de estas zonas debe ser especialmente controlada de manera tal que no represente afectaciones sobre el normal desarrollo de las especies en dichas zonas.

Como se mencionó anteriormente, la zona de operación y de influencia directa de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta. De todos modos, se destacan por su cercanía la futura área marina protegida Frente del Talud (FT), y el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, localizadas a unos 30 y 28 km respectivamente, de la zona de prospección, en el área de influencia indirecta.

El FT sostiene una compleja trama trófica, incluye áreas de desove de especies de importancia comercial y es área de alimentación y paso migratorio de predadores tope. Al menos siete especies de aves marinas amenazadas se alimentan en el área. Si bien la misma queda por fuera del área de máxima influencia de las ondas sísmicas, no se puede descartar la posibilidad de que se produzcan efectos sobre la fauna marina presente.

Al respecto, el FT se ubica a distancias muy superiores de las que se podría esperar impactos fisiológicos sobre los mamíferos marinos. De acuerdo a la modelación realizada estas afectaciones se circunscriben como máximo al entorno de los 1.000 metros de la fuente aproximadamente (ver Tabla 25 y Tabla 26), por lo que en todo caso las afectaciones se limitarían a cambios de comportamiento, atenuados posiblemente por las distancias al área de prospección, que se revertirán al finalizar las tareas. Considerando la evaluación realizada en el punto 3.2.1 estos efectos, aunque se darían en el AII (se consideran indirectos), quedan clasificados como moderados.



También en lo que refiere a los peces, el FT se ubica a distancias muy superiores de las que se podría esperar impactos fisiológicos sobre los mismos. De acuerdo a la modelación realizada estas afectaciones se circunscriben como máximo al entorno de los 1.000 metros de la fuente aproximadamente (ver Tabla 25 y Tabla 26), por lo que en todo caso las afectaciones se limitarían a cambios de comportamiento, atenuados posiblemente por las distancias al área de prospección, que se revertirán al finalizar las tareas. Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el punto 3.3.1, aunque se darían en el All (se consideran indirectos), quedan clasificados como moderados. En tanto que para los estadíos tempranos de vida de los peces (huevos y larvas) que no pueden evitar la onda de presión sonora, la bibliografía recopilada indica que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente sísmica (menos de 5 metros), por lo que se descarta un impacto de este tipo en el FT. Respecto a los cefalópodos, los antecedentes expuestos bajo el punto 3.3.1 indican que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia menor a 5 km de una fuente sísmica. Dado que el FT dista unos 30 km de las áreas de adquisición de datos sísmicos, este impacto queda descartado.

En cuanto a las tortugas marinas, se remite a lo analizado bajo el punto 3.4.1 por lo que el impacto, aunque posiblemente atenuado por las distancias al área de prospección, se considera de igual forma como moderado, si bien como se darán en el All se califican como indirectos.

Respecto de las comunidades bentónicas dado las profundidades a las que se desarrollará el proyecto y que estos organismos pueden verse afectados solo en el campo cercano de las fuentes de aire comprimido (5 metros de distancia) no se prevé su afectación (ver punto 3.5.1). Tampoco se considera la afectación de las comunidades planctónicas dado que los efectos significativos sobre este componente se limitarían en todo caso, al área acotada de operación de la fuente sísmica (ver punto 3.5.1).

Para las aves marinas, como se describió anteriormente, los impactos de las emisiones de aire comprimidos producirían fundamentalmente efectos comportamentales. Considerando la evaluación realizada en el punto 3.6.1, este impacto aunque posiblemente atenuado por las distancias al área de prospección, resulta de igual manera como moderado, tanto en lo que hace al FT como al AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, aunque se darían en el All (se consideran indirectos).

Considerando la máxima valoración de los componentes insertos en las áreas sensibles cercanas a las áreas de prospección sísmica, el impacto sobre este factor se califica como moderado.

3.7.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Como se mencionó anteriormente, las rutas logísticas y el área de influencia del Puerto de Mar del Plata definido para el apoyo logístico involucran en forma directa a las Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro, la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" y el AICA "Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata".

Por otro lado, la ruta logística que une el área CAN_114 con el puerto también atraviesa el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, y las futuras áreas marinas protegidas Frente del Talud (FT) y Frente de Plataforma Media (FPM). Asimismo, en el área de influencia del puerto de apoyo logístico y la ruta logística se ubica el APP Costa Atlántica Argentina, en tanto que la ruta logística de los buques atraviesa el APP Banco de Mejillones.



Como parte de la evaluación se han analizado los efectos de la navegación de los buques sobre los mamíferos marinos (punto 3.2.2), las tortugas (punto 3.4.2) y las aves (punto 3.6.2). En todos los casos los impactos han sido calificados como de baja importancia. Teniendo en cuenta que las zonas operativas de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 donde los buques operarán la mayor parte del tiempo, no se superponen en forma directa con áreas protegidas o sensibles, y que en todo caso la navegación por fuera de estas zonas está limitada a actividades puntuales y acotadas (movilización / desmovilización y reaprovisionamiento) no se espera que estas actividades impliquen un impacto sobre los recursos sensibles involucrados en las áreas protegidas y sensibles que puedan verse afectadas por estos recorridos diferente al evaluado. Por otro lado, en el puerto las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recalca en los mismos, en tanto que las operaciones que involucran la navegación del buque logístico se realizarán con frecuencia de cada 2 o 3 semanas a lo largo del proyecto que tiene una duración temporal de aproximadamente 159 días.

3.7.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.7.3.1 Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) y emisiones lumínicas de los buques

Como se señaló más arriba, la zona de operación y de influencia directa de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta. De todos modos, se destacan por su cercanía la futura área marina protegida Frente del Talud (FT), y el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, localizadas a unos 30 y 28 km respectivamente, de la zona de prospección, en el área de influencia indirecta.

Las rutas logísticas y el área de influencia del Puerto de Mar del Plata definido para el apoyo logístico involucran en forma directa a las Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro, la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" y el AICA "Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata".

Por otro lado, la ruta logística que une el área CAN_114 con el puerto también atraviesa el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, y las futuras áreas marinas protegidas Frente del Talud (FT) y Frente de Plataforma Media (FPM). Asimismo, en el área de influencia del puerto de apoyo logístico y la ruta logística se ubica el APP Costa Atlántica Argentina, en tanto que la ruta logística de los buques atraviesa el APP Banco de Mejillones.

Como parte de la evaluación se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques (y el helicóptero) sobre los mamíferos marinos (punto 3.2.3.1), los peces (punto 3.3.2.1) y las tortugas (punto 3.4.3.1). En el caso de las aves se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) (punto 3.6.3.2) y de las emisiones lumínicas (punto 3.6.3.1).

En todos los casos los impactos han sido calificados como poco significativos o de baja importancia. No se espera que estas actividades impliquen un impacto sobre los recursos sensibles involucrados en las áreas protegidas y sensibles diferentes a los evaluados, en particular teniendo en cuenta que las zonas operativas de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 donde los buques operarán la mayor parte del tiempo no se superponen en forma directa con áreas protegidas o sensibles



3.7.4 Derrames de hidrocarburos

Como se mencionó anteriormente, la zona de operación y de influencia directa de las áreas de adquisición de datos sísmicos CAN_100-108 y CAN_114 no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta. De todos modos, se destacan por su cercanía la futura área marina protegida Frente del Talud (FT), y el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, localizadas a unos 30 y 28 km respectivamente, de la zona de prospección, en el área de influencia indirecta.

Por su parte, las rutas logísticas y el área de influencia del Puerto de Mar del Plata definido para el apoyo logístico involucran en forma directa a las Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro, la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" y el AICA "Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata".

Por otro lado, la ruta logística que une el área CAN_114 con el puerto también atraviesa el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, y las futuras áreas marinas protegidas Frente del Talud (FT) y Frente de Plataforma Media (FPM). Asimismo, en el área de influencia del puerto de apoyo logístico y la ruta logística se ubica el APP Costa Atlántica Argentina, en tanto que la ruta logística de los buques atraviesa el APP Banco de Mejillones.

Como parte de la evaluación en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio y se han analizado los efectos de los mismos sobre los mamíferos marinos (3.2.4), los peces (3.3.3) y las tortugas (punto 3.4.4), las comunidades bentónicas y el plancton (punto 3.5.2) y las aves (punto 3.6.4) siendo calificados como moderados.

Teniendo en cuenta lo antedicho, y el hecho de que las áreas operativas de las áreas CAN_100-108 y CAN_114 donde se realizarán la mayor parte de las operaciones de los buques, no se superponen con áreas protegidas o sensibles, se considera que de producirse un derrame dentro de las mismas o en sus inmediaciones, estos impactos oscilarían entre menores y moderados, dependiendo del momento y la ubicación.

3.7.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo, el impacto sobre las áreas protegidas y sensibles se considera de igual manera poco significativo.

3.8 PESQUERÍAS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las pesquerías presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura); y
- Derrames de hidrocarburos;



3.8.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

3.8.1.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las especies de interés pesquero

Peces

El efecto de las fuentes de energía sísmica sobre las pesquerías, si bien ha sido considerado disruptivo, carece aún de conclusiones firmes (Carroll et al. 2016). Los resultados señalan que los efectos de los impactos sísmicos sobre la captura parecen variar entre los estudios, las especies y los tipos de artes de pesca. Varios estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes de energía sísmica tiene un impacto en la captura de peces, presumiblemente como resultado de los cambios en el comportamiento y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido (e.g. Pearson et al., 1992; Skalski et al., 1992; Engås et al. 1996; Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al. 2004; Løkkeborg et al., 2012). Una reducción en la abundancia de peces y menores capturas has sido reportadas luego de actividad sísmica en diferentes estudios (e.g. Løkkeborg y Soldal, 1993; Engås et al., 1996, Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al., 2004; Løkkeborg et al., 2012). La distancia de afectación de las emisiones sísmicas se puede extender por varios kilómetros. Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico operativo en distancias de más de 30 km, y que el intenso comportamiento de evasión puede ocurrir en un radio de 1 a 5 km.

En estudios noruegos se midió la disminución de la densidad de peces a distancias de más de 10 km de los sitios de pesca siendo la intensiva actividad sísmica de tipo 3D. Los posibles efectos de las operaciones sísmicas en la distribución de los peces han examinado la abundancia o la captura de algunas especies de teleósteos con resultados variables, posiblemente debido a efectos específicos de los aparejos y las especies (Løkkeborg et al., 2012). Por ejemplo, las capturas de arrastre y palangre de bacalao (*Gadus morhua*) y eglefino del Atlántico (*Melanogrammus aeglefinus*) han mostrado una caída del 45% y el 70%, respectivamente, cinco días después de los estudios sísmicos en el Mar de Barents (Engås et al. 1996). Engås et al. (1995) han demostrado que los estudios sísmicos en 3D (una descarga de aire comprimido cada 10 segundos y 125 m entre 36 líneas de 10 nm largo) redujo las capturas (de arrastre y palangre) de bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) y el abadejo (*Melanogramma aeglefinus*) a 250-280 m de profundidad. Este ocurrió hasta 18 millas náuticas de distancia. Las capturas no volvieron a los niveles normales dentro de los 5 días después de las actividades sísmicas. Estos autores formularon la hipótesis de que la reducción de la captura fue muy probablemente el resultado de que los peces se alejaron de la zona sísmica debido a un comportamiento de evasión, pero esto no fue cuantificado. Skalski et al. (1992) sugirieron que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí.

Un análisis de las estadísticas oficiales de capturas de una zona con estudios sísmicos en dicha zona también mostró resultados muy diferentes (Vold et al. 2009 en Kyn et al. 2011). Las tasas de captura de bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*), maruca (*Molva molva*), colmillo (*Brosme brosme*) y fletán (*Hippoglossus hippoglossus*) no se modificaron de manera significativa. Las tasas de captura de gallineta nórdica y rape (*Lophius piscatorius*) parecían aumentar, mientras que las tasas de captura de carbonero y eglefino capturados en redes de enmalle disminuían y las capturas con otros aparejos no se veían afectadas. La mayoría de los estudios sísmicos incluidos en el análisis eran bidimensionales y estaban dispersos en el tiempo y el espacio, por lo que no se esperaban grandes influencias en las pesquerías.



Por su parte Engås et al. (1996) analizaron los efectos de las sísmicas en dos pesquerías importantes que sufrieron un 45% reducción porcentual en el número de peces durante la descarga de los impulsos sonoros y una reducción del 64% una vez culminados los mismos. Las tasas de captura dentro del área de adquisición sísmica disminuyeron un 68% durante el relevamiento; en las zonas circundantes las capturas también fueron significativamente menores durante y después del relevamiento. Las tasas de abundancia y de captura no volvieron a los niveles previos durante el período de 5 días posteriores a la finalización del relevamiento sísmico. Prácticamente todos los grandes ejemplares de bacalao (más de 60 cm) salieron del área de emisión (ver Figura 18 en el Anexo I a este Capítulo).

Se encontraron reducciones similares en las tasas de captura causadas por la actividad sísmica de pesqueros comerciales que casualmente operaban en los caladeros en los que se realizaban estudios sísmicos (Løkkeborg y Soldal, 1993). Este análisis encontró una reducción del 55-80% en las capturas de palangre de *Gadus morhua* y una reducción del 80-85% en la captura incidental de *Gadus morhua* en la pesca de arrastre de camarones. Un estudio en que se realizó una sola prospección sísmica en 2015 descubrió que de las quince especies comerciales examinadas, seis demostraron una mayor captura después del estudio, tres mostraron una reducción de la captura, y cinco especies no mostraron ningún cambio (Przeslawski et al., 2016). Después de la exposición en un caladero noruego, las capturas de redes de enmalle aumentaron sustancialmente para la gallineta nórdica (*Sebastes norvegicus*) y el fletán negro (*Reinhardtius hippoglossoides*) (en un 86% y 132%, respectivamente), mientras que las capturas con palangre de fletán negro y eglefino disminuyeron 16% y 25%, respectivamente, en comparación con los niveles previos a la emisión (Løkkeborg et al., 2012). Løkkeborg et al. (2009), por su parte, demostraron que las diferencias en las reacciones de las especies con el fletán negro, la gallineta y la maruca aumentando su nivel de actividad de natación, lo que hace que sean más propensos a ser tomados en redes de enmalle y reducir la eficiencia de la captura con palangre. Løkkeborg et al. (2012) encontró que las capturas con enmalladorean duplicaron sus capturas durante las emisiones comparado con registros previos. Engås et al. (1996) formularon la hipótesis de que la reducción de las tasas de captura de bacalao y eglefino del Atlántico con palangres y redes de arrastre comerciales era muy probablemente el resultado de que los peces se alejaron de la zona sísmica debido a un comportamiento de evitación, pero esto puede deberse en cambio a una menor capacidad de respuesta a los anzuelos cebados asociada a una respuesta de comportamiento de impactos relacionados con la pesca en la misma zona durante más de dos semanas (Skalski et al., 1992). Løkkeborg (1991), a su vez, señala reducciones de la tasa de captura de bacalao del 55 al 80% para los palangres colocados dentro de la zona de prospección sísmica. Los efectos persistieron durante 24 horas dentro de las 5 millas marinas de la prospección sísmica. Løkkeborg, S. y Soldal (1993) concluyen que las operaciones sísmicas pueden influir considerablemente en las tasas de captura de bacalao en las pesquerías de palangre y de arrastre. Estas reducciones son probablemente debido a las respuestas de comportamiento de los peces a la fuente de sonido, incluido el movimiento hacia abajo y el alejamiento del área de estudio.



Por su parte, Turnpenny y Nedwell (1994) también informaron sobre los efectos de la descarga sísmica en pesquerías costeras de lubina en aguas poco profundas del Reino Unido (5 a 30 m de profundidad). El conjunto de fuentes de energía sísmica utilizado tenía un nivel de la fuente de 250 dB re 1 μ Pa m⁰-p. Se estimó que los niveles recibidos en las zonas de pesca eran de 163-191 dB re 1 μ Pa⁰-p. Utilizando las metodologías de marcado de peces y registro de capturas, se concluyó que no había ninguna migración distinguible de la zona afectada, ni tampoco alguna reducción en las capturas de róbalo en los días en que se descargaron las fuentes de aire comprimido. Parece así probable que los efectos sobre la pesca sean transitorios, y que ocurran principalmente durante la exposición al sonido en sí (Skalski et al. 1992). Engås et al. (1996), a su vez, observaron que la captura de bacalao con red de arrastre se redujo en un 69% en el área de relevamiento sísmico y en un 45-50% fuera del área de relevamiento. Las capturas de eglefino disminuyeron en un 68% dentro del área de prospección sísmica, en un 56% a 1,9-5,6 km y a 13-17 km de la prospección, y el 71% a 30-33 km del estudio. No se verificaron aumentos en la captura en 5 días. Las tasas de captura de los palangres se redujeron en un 45% en el área de estudio, 16% a 1,9-5,6 km del estudio y 25% a 13-17 km del estudio. No se observaron reducciones a 30-33 km de la zona de prospección sísmica. Las capturas palangreras de bacalao tendieron a aumentar después de la exposición, excepto en el punto más lejano donde las capturas disminuyeron. La Bella et al. (1996) no encontraron diferencias significativas con redes de arrastre utilizadas para evaluar la abundancia de *Merluccius merluccius* antes y después de las descargas de las fuentes de aire comprimido.

Otros estudios mostraron reducción de las tasas de captura del 40% al 80% y la disminución de la abundancia cerca de la zona sísmica en especies como el eglefino, el pez roca, el arenque, el lanzón y la bacaladilla (Dalen y Knutsen, 1987; Løkkeborg, 1991; Skalski et al. 1992; Engås et al., 1996; Hassel et al., 2004; Slotte et al. 2004). Estos efectos pueden durar hasta 5 días después de la exposición y a distancias de más de 30 km. Se han evidenciado reducciones similares en las tasas de captura (disminución del 52% en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la pesca con caña y anzuelo dirigida a una especie demersal (*Sebastes* spp.). Los autores sugirieron que el mecanismo subyacente a la disminución de la CPUE no era la dispersión, sino más bien una menor capacidad de respuesta a los anzuelos cebados asociada a una respuesta conductual de alarma (Skalski et al., 1992).

En el caso del Mar Argentino existen escasos antecedentes de estudios orientados a verificar los impactos de las emisiones sísmicas en pesquerías. Un antecedente es proporcionado por Ezcurra y Schmidt (2010), donde se describen los resultados de un relevamiento sísmico que se acompañó con monitoreos de pesca antes, durante y después de las operaciones con el objetivo de obtención de un mayor conocimiento sobre el comportamiento de las comunidades epibentónicas y demersales frente a la actividad sísmica exploratoria, con especial referencia a la Merluza Común y el Langostino. No se observó ninguna anomalía y/o mermas en las capturas de merluza común, antes, durante y después de la campaña de prospección sísmica.

En el Anexo I a este Capítulo, en la Tabla 40, se presentan diferentes ejemplos de impactos sobre pesquerías de diferentes especies. Se observa que la mayoría de los impactos se producen por arriba de los 160-170 dB μ Pa RMS y a distancia por lo general menores a 10 km.



Pesquerías de invertebrados

En el caso de pesquerías de invertebrados marinos, no se han detectado efectos potenciales de las señales sísmicas en las tasas de captura o en las abundancias de cefalópodos, bivalvos, gasterópodos, decápodos y estomatópodos entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Wardle et al., 2001; Parry et al., 2002; Christian et al., 2003; Parry y Gason, 2006; Courtney et al., 2015). Los efectos potenciales sobre las tasas de captura o las abundancias han sido probados en cefalópodos sin diferencias detectadas entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Carroll et al. 2016). Por lo tanto, es probable que los cefalópodos en el área de la sísmica puedan mostrar una respuesta de comportamiento a la sísmica y se alejan de la fuente. No hay suficiente información para medir la escala de este movimiento, y la distancia de desplazamiento, sin embargo, es probable que vuelvan a la zona una vez que la fuente sísmica ha pasado.

En el caso de las tasas de captura de cangrejos de nieve en los bancos de Terranova durante un estudio de efectos de los estudios sísmicos 2D no se apreció cambios en las tasas de captura (Morris et al., 2018). No se registraron reducción en las tasas de captura de camarones pardos (Webb y Kempf 1998), langostinos (Steffe & Murphy 1992, en McCauley, 1994) o langostas de roca (Parry y Gason, 2006) en el campo cercano durante o después de los estudios sísmicos. Diversos actores indican que los estudios sísmicos no han tenido efecto en las tasas de captura de los crustáceos en el entorno de las áreas de emisión (Andriguetto-Filho et al., 2005; Parry & Gason, 2006), y poco efecto en invertebrados de arrecifes (crustáceos, echinodermos y moluscos) expuestos a las fuentes de energía sísmica (Wardle et al. 2001). Andriguetto-Filho et al. (2005) examinaron los rendimientos de la red de arrastre de fondo de una pesquería de camarones brasileña no selectiva antes y después de la exposición a la sísmica y no identificaron ningún cambio estadísticamente significativo en el rendimiento de la captura después de la exposición a actividad de prospección sísmica. Se afirmó que la limitada capacidad de dispersión de los camarones (en comparación con las especies de peces migratorios) sugería que cualquier intento de movimiento fuera del área de relevamiento no era detectable (DOF, 2016). Christian y otros (2003) identificaron que las capturas de cangrejo de nieve posteriores a la sísmica eran superiores a las capturas anteriores a la sísmica, pero esto fue probablemente debido a factores físicos, biológicos o de comportamiento no relacionados con la fuente sísmica. Concluyeron que no hubo una relación significativa entre la captura y la distancia de la fuente sísmica (niveles recibidos 197-237 dB re 1 μ Pa (p-p)). En un estudio realizado en la Isla de Man, Brand y Wilson (1996) evaluaron el efecto de la sísmica en estudios en el campo comparando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) a largo plazo de las vieiras comerciales con la CPUE después de un estudio sísmico. No encontraron evidencia de que los estudios sísmicos afectaran la CPUE de las vieiras y en cambio, atribuyó una disminución (coincidente con un estudio sísmico 3D) a dos años de reclutamiento deficiente antes del estudio sísmico. En un estudio realizado por el Instituto de Investigación Marina y de Agua Dulce de Victoria (MAFRI), los efectos del ruido sísmico se midieron comparando la mortalidad y la fuerza del músculo aductor de vieiras desplegadas en una zona expuesta a los pases de un buque de reconocimiento que remolca un conjunto de 24 fuentes de aire comprimido en funcionamiento, con los que se encuentran en una zona de control a 20 km de la zona de ensayo (Parry et al., 2002). En este estudio se constató que la tasa de mortalidad y la fuerza del músculo aductor de las vieiras suspendidas en la columna de agua y expuestas a las emisiones del cañón (a una distancia mínima de 11,7 m) no era significativamente diferente de los controles.



3.8.1.2 Importancia del impacto

El impacto sobre el rendimiento de la actividad pesquera en el área de adquisición sísmica podría darse como resultado indirecto de la afectación del proyecto sobre la fauna ictícola y de invertebrados siendo que, como se ha evaluado anteriormente, dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, como se señaló más arriba la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aun de conclusiones firmes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, algunos autores sugieren que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí.

Puntualmente para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual, como se mencionó anteriormente se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114. El área de influencia de CAN_100-108 y CAN_114, en particular el área de influencia directa, soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual.

En relación a las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto se destaca la presencia de merluza, merluza de cola, el abadejo, el bacalao austral, la merluza negra, merluza austral, la polaca y el calamar. No obstante, no todas estas especies poseen igual relevancia pesquera en el área de influencia directa de las áreas CAN_100-108 y CAN_114. Solo las pesquerías de abadejo, merluza negra y calamar podrían ser afectadas dependiendo del momento en que se realiza la prospección pesquera.

Como se describió en el punto 1.3.3 el abadejo presenta bajas capturas en el área de estudio y sus mayores capturas se registran en el segundo y tercer trimestre. Dado que el proyecto se llevará a cabo durante el primer y cuarto trimestre, específicamente entre octubre de 2021 y finales de marzo, no se superpondrá con la época de mayores capturas de esta especie. La merluza negra se captura durante casi todo el año, con mayor actividad entre setiembre y diciembre y mucho menos en la época estival, por lo que el proyecto coincidiría con la época de mayor captura, no obstante la captura de esta especie es mínima en el área de influencia directa del proyecto. Al norte de los 44° S, la subpoblación bonaerense-norpatagónica se explota a partir de marzo o abril hasta junio previo a que el calamar emigre hacia aguas profundas⁶. De este modo, el desarrollo del proyecto no se superpone temporalmente con la pesca del calamar.

⁶ La Resolución 973/1997 Ex SAGPyA establece la apertura a la pesca de calamar (*Illex argentinus*) al norte del paralelo 44° desde día 1 de mayo hasta el 31 de agosto de cada año.

De acuerdo a lo antedicho y teniendo en cuenta que la actividad pesquera tiene una baja sensibilidad dado que los mayores esfuerzos de pesca se observan principalmente fuera del área de influencia directa, el impacto sobre las pesquerías se estima con baja intensidad. El área de influencia directa no se identifica como un área de cría para las especies comerciales. Si bien para el área de influencia indirecta de CAN_100-108 y CAN_114 se registran larvas de calamar y también es posible encontrarlas en la zona de prospección, estas larvas provienen de áreas de desove localizadas en otras zonas del Mar Argentino por acción de la corriente de Malvinas entre invierno y hasta primavera. En este caso, el impacto se limitaría, a su vez, a la cercanía del arreglo (5 m) como se evaluó previamente. Tampoco se reconoce que las especies de peces óseos de interés pesquero posean su área de puesta o reproducción en dicha área de influencia. A su vez, como se mencionó en el punto 3.3.1.5 las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas de calamar se encontrarían por fuera del área de influencia directa de CAN_100-108 y CAN_114 en el periodo que se desarrollará la adquisición sísmica (primavera – verano). En todo caso, teniendo en cuenta que los antecedentes revisados señalan que los peces adultos reaccionan a las operaciones sísmicas a distancias que alcanzarían en algunos casos los 30–33 km (aunque la mayoría de los impactos parecerían producirse a distancias por lo general menores a 10 km), y que el esfuerzo pesquero se concentra en el sector del frente del talud, siendo muy importante durante el otoño e invierno, las operaciones sísmicas en el sector oeste del área de adquisición de datos sísmicos más próximas a dicho frente, podrían tener alguna incidencia sobre las pesquerías que coincidan temporalmente. No obstante, la ejecución de la actividad sísmica bajo estudio se propone para el periodo de primavera 2021 - verano 2022, es decir por fuera del periodo de mayor sensibilidad para la pesca.

La extensión se considera parcial teniendo en cuenta que la zona de proyecto representa solo una porción marginal de la amplia área en que se distribuyen las pesquerías en la región, y solo el sector oeste de las zonas de adquisición tiene cierta cercanía con el frente del talud. El momento de aparición del impacto se califica como inmediato dado que el efecto comenzará conjuntamente con el desarrollo de la acción de prospección. La persistencia será temporal, dado que ocurriría principalmente durante la exposición al sonido en sí, y por lo tanto reversible en el corto plazo. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada. Todo esto hace que la importancia del impacto de la prospección sísmica sobre las pesquerías se clasifique como baja.

3.8.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Las tareas de prospección sísmica también pueden incidir sobre las pesquerías por la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura.

Como se mencionó previamente, para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual, como se mencionó anteriormente se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114. Al respecto el área de influencia de CAN_100-108 y CAN_114, en particular el área de influencia directa soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual.

En este sentido, la sensibilidad de la actividad de los buques pesqueros se considera de baja intensidad, es decir que la interferencia de las operaciones sísmicas con estas actividades se estima baja, en particular dado que las mismas se llevarán a cabo durante la primavera y el verano, por fuera del periodo pico de la actividad pesquera en el frente del talud que resulta muy importante durante el otoño e invierno.



3.8.3 Derrames de hidrocarburos

Los impactos de los derrames de hidrocarburos sobre los peces y cefalópodos se han evaluado en el punto 3.3.3. Los hidrocarburos disueltos en la columna de agua pueden afectar a los peces y a los estadios de vida temprana (huevos y larvas). Esto puede reducir las tasas de captura y hacer que el recurso no sea seguro para el consumo, lo que conlleva pérdidas económicas.

Asimismo, niveles significativos de hidrocarburos en la superficie pueden ensuciar los equipos utilizados para la captura de peces comerciales, y transferir contaminantes a las capturas. Esto puede ocurrir por ejemplo cuando las redes de arrastre demersales y las trampas se recuperan a través de las manchas superficiales.

Un derrame de petróleo puede provocar el cierre temporal de la zona a la pesca.

Teniendo en cuenta las especies que pueden verse afectadas por un derrame de hidrocarburos la intensidad de este impacto se considera elevada, no obstante, dada el limitado tiempo y extensión del mismo se califica como moderado.

3.9 TRÁNSITO MARÍTIMO

3.9.1 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

En relación al tránsito marítimo, los principales impactos podrían encontrarse asociados a una eventual interferencia en el tráfico normal de embarcaciones que se encuentran en la ruta que une el área de adquisición de datos sísmicos con la base de apoyo costero y los que navegan en la zona de proyecto.

Como ya se ha mencionado, en las inmediaciones del área de influencia del proyecto se registra actividad pesquera, con presencia principalmente de flota fresquera de altura y buques congeladores arrastreros. No obstante, debido a las distancias del área de exploración a la costa, la actividad de los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no será interferida por las operaciones de prospección. En particular, para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las zonas pesqueras, siendo que el esfuerzo pesquero se concentra fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual se localiza a 30 km de la zona de prospección y a 17 km de las mencionadas áreas. En particular el área de influencia directa soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual.

En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a las rutas de navegación que conectan el Puerto de Mar del Plata y las zonas de adquisición de datos sísmicos de las áreas CAN_100-108 y CAN_114, la mayor predominancia es de barcos pesqueros (*fishing vessels*), seguido por buques tanque o cisterna (*tankers*) y buques de carga (*cargo vessels*). En menor medida también se presentan remolcadores y embarcaciones especiales (*tugs and special craft*) y embarcaciones de recreo (*pleasure craft*), algunos barcos no especificados (*unspecified ships*) y buques de pasajeros (*passenger vessels*) únicamente en la ubicación correspondiente al Puerto de Mar de Plata.

De acuerdo a lo relevado en la LBA en las áreas operativas CAN_100-108 y CAN_114 la densidad de tráfico marino podría considerarse en general moderada, por lo que teniendo en cuenta tanto lo referido a la actividad pesquera como al uso actual del área por parte de otras embarcaciones, este factor se ha considerado con sensibilidad media – baja en relación al proyecto.



No obstante, en caso de generarse posibles interferencias las mismas podrán ser minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias y de Prefectura Naval. Por ende, la afectación al tránsito marítimo se considera baja.

3.10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

3.10.1 Demanda de mano de obra y de bienes y servicios

En cuanto a las actividades económicas la demanda de servicios logísticos podrá tener alguna repercusión positiva muy focalizada en relación a las prestaciones que brinde el puerto de servicios logísticos (Puerto de Mar del Plata) y posiblemente en algunas otras localizaciones de manera indirecta en relación a otros suministros / servicios, pero en todo caso resultarían aspectos dispersos de escasa relevancia, que no incidirán sobre las economías locales. Lo mismo se puede mencionar en cuanto a la demanda de mano de obra, debido a la cantidad y calificación del personal requerido para el proyecto y el plazo de desarrollo del mismo, el impacto sobre las actividades económicas será, aunque positivo, de poca relevancia.

A nivel macro económico el proyecto implica la primer etapa de exploración de hidrocarburos que sentará la base para planificar y continuar con las siguientes (perforación, explotación). Por lo tanto los beneficios que genera desde el punto de vista energético para el país, más allá de la demanda de mano de obra y servicios asociados en cada una de las etapas, avanzar con una exploración de hidrocarburos permite confirmar nuevas reservas hidrocarburíferas a explotar comercialmente. De esta manera el país fortalece su matriz energética para procurar su autoabastecimiento, mejorando la balanza comercial y a su vez con la visión de mejorar las exportaciones a futuro con un desarrollo potencial de las cuencas hidrocarburíferas offshore de Argentina. Como beneficio indirecto esas futuras exportaciones permitirán el ingreso de divisas tan necesarias para mejorar las reservas nacionales.

3.11 INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la infraestructura, recursos y usos terrestres presentes en el área de influencia de la base logística portuaria del proyecto incluyen:

- Demanda de mano de obra y de bienes y servicios; y
- Derrames de hidrocarburos

3.11.1 Demanda de mano de obra y de bienes y servicios

No se espera que el uso de los puertos existentes implique conflictos respecto de su uso actual. Dado que los buques asociados al proyecto tienen entre 40 a 100 metros de eslora requerirán un espacio de atraque modesto, y de todos modos el buque sísmico de mayor envergadura atracará en el puerto durante las etapas de movilización y desmovilización, y durante el periodo de prospección únicamente ante la eventualidad en la que sea inseguro permanecer en alta mar (ver Capítulo 4 – Condiciones de operación). Tanto el puerto de Buenos Aires a ser utilizado como puerto de escala (movilización / desmovilización), como el puerto de Mar del Plata establecido como puerto de servicios logísticos pueden acoger regularmente buques de carga mucho más grandes. Durante la prospección, los cambios de tripulación y la reposición de suministros se realizará cada 2 o 3 semanas mediante el buque logístico de menor envergadura.



Dado el tamaño de las áreas metropolitanas que rodean a los mencionados puertos y el corto plazo del registro sísmico, no se prevé que la escala de los recursos y servicios terrestres demandados (combustible, suministros alimenticios, agua, disposición de residuos, etc.) sea sustancial para causar un impacto indirecto significativo en otros usuarios.

3.11.2 Derrames de hidrocarburos

De producirse un derrame de hidrocarburos asociado al proyecto en el ámbito portuario, el funcionamiento de las instalaciones portuarias podría verse afectado temporalmente en función del despliegue de las acciones de respuesta. El derrame se abordaría mediante el uso de buques y capacidades locales de respuesta a derrames. No obstante, en función de los acotados volúmenes que estarían involucrados de darse un evento accidental de este tipo, que se vincularía más probablemente con fallas en las operaciones de transferencia de combustible (ver punto 3.2.4), este impacto se estima de baja importancia.

3.12 AGUA SUPERFICIAL

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la calidad del agua en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Derrames de hidrocarburos; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.12.1 Derrames de hidrocarburos

En el punto 3.2.4 se describieron los derrames de hidrocarburos plausibles de asociar al proyecto bajo estudio.

Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. Con vientos fuertes y mares agitados, el MGO se diluiría y dispersaría rápidamente, y los efectos del derrame serían de poca relevancia. En aguas más tranquilas, la evaporación del diésel sería rápida y el área cubierta por la dispersión del hidrocarburo restante dependería de la velocidad y dirección del viento, y de la temperatura del agua.

Un derrame de hidrocarburos de estas características introduciría toxicidad temporal en las aguas superficiales. No obstante, sus efectos estarían a su vez limitados por el despliegue requerido de equipos de barrera durante las transferencias de combustible y el cierre automático de las líneas de combustible provocado por la disminución de la presión. En este sentido se prevé que los efectos sean locales y a corto plazo, por lo que el impacto se califica con moderada importancia.

3.12.2 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el impacto sobre la calidad del agua se considera poco significativo.



3.13 AIRE

3.13.1 Emisiones gaseosas

Durante el desarrollo del proyecto, asociado a las siguientes actividades se generarán emisiones gaseosas:

- La combustión del combustible (MGO) para la propulsión de los buques y la generación de energía (continuamente);
- La combustión de residuos líquidos y sólidos en el incinerador del buque (intermitente); y
- Uso de combustible de aviación para el transporte de personal en caso de emergencia mediante helicópteros (eventual).

Los impactos ambientales potenciales asociados a las emisiones gaseosas son:

- Disminución localizada y temporal de la calidad del aire debido a los gases de combustión y las partículas emitidas procedentes de la combustión del diésel; y
- Contribución al efecto global de los gases de efecto invernadero (GEI).

El mecanismo de operación y desplazamiento del buque sísmico y los buques de apoyo es similar a las embarcaciones que ya navegan en la zona. El uso de combustible para los motores de propulsión, los generadores y cualquier incineración de residuos de residuos provocará emisiones gaseosas de GEI, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), así como emisiones de partículas no GEI como los óxidos de azufre (SO_x), los óxidos nitrosos (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y material particulado.

Las emisiones gaseosas del proyecto están asociadas principalmente a la combustión de los motores para la propulsión de los buques, por lo que la calidad de las emisiones estará asociada a la eficiencia del proceso de combustión y los sistemas de tratamiento de gases incorporados.

La emisión de partículas no GEI puede provocar una reducción de la calidad del aire local en términos de riesgo para la salud. No obstante, no se espera que producto de la combustión de combustibles y residuos en una ubicación tan remota repercuta en la salud o en la comodidad de los receptores situados a más de 300 km de distancia, ya que los vientos dispersarán y difundirán rápidamente los gases y las emisiones.

Estas emisiones gaseosas también implican una contribución a las emisiones de GEI (aunque muy pequeña) que contribuyen al calentamiento global (aunque de forma muy leve). Para evaluar el potencial impacto de las mismas se presenta el cálculo del volumen estimado de emisiones de GEI a generarse por las actividades de prospección sísmica en base a las características de las embarcaciones descriptas en el Capítulo 4.

Respecto al consumo de combustible, el buque sísmico cuenta con dos motores Rolls-Royce modelo B32:40L8P CD, que se ajusta plenamente a las regulaciones de emisiones IMO Tier II en el Anexo VI de la convención MARPOL 73/78. Estos motores consumen en total 35 toneladas diarias de MGO (por sus siglas en inglés *Marine Gas Oil*) que, en conjunto con los generadores y propulsores, totalizan un consumo de 50 toneladas diarias de MGO, según datos brindados por el cliente.

Por su parte, los buques de apoyo Candela S y logístico GEO SERVICE I, tendrán un consumo de 2 y 5 toneladas diarias de MGO, respectivamente.



Los tiempos de operación de cada buque difieren según las funciones de cada uno, en este sentido, tanto el buque sísmico como Candela S, tendrá un tiempo de operación de 165 días, mientras que para el buque logístico GEO SERVICE I, se estiman 145 días. Esto se debe a que este último tendrá la función de suministrar provisiones y transportar a miembros de la tripulación hacia y desde el puerto de Mar del Plata, a diferencia del buque de apoyo que deberá acompañar al sísmico el 100% del tiempo destinado a la exploración.

La siguiente tabla resume los consumos diarios y en a partir de estos, el consumo total a lo largo de la operatoria de prospección.

Tabla 31. Consumo de combustible total para cada buque.

| Buque | Nombre | Combustible | Consumo de Combustible Diario (toneladas) | Tiempo Operativo (horas) | Consumo de Combustible Total (toneladas) |
|------------------|----------------|-------------|---|--------------------------|--|
| Sísmico | BGP PROSPECTOR | MGO | 50 | 3.816 | 7.950 |
| Apoyo/Remolcador | CANDELA S | MGO | 2 | 3.816 | 318 |
| Logístico | GEO SERVICE I | MGO | 5 | 3.480 | 725 |

En cuanto a los Factores de Emisión se emplean los valores para navegación establecidos en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero Nacional y en función de los poderes caloríficos que allí se expresan, y que coinciden con los factores de emisión presentados en las "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero".

Tabla 32. Factores de Emisión según combustible para la navegación.

| Parámetro | Factor de Emisión para Gasoil | Unidad |
|------------------|-------------------------------|--------|
| CO ₂ | 74,1 | t/TJ |
| CH ₄ | 0,007 | t/TJ |
| N ₂ O | 0,002 | t/TJ |
| NO _x | 1,5 | t/TJ |
| CO ₂ | 1 | t/TJ |
| COVNM | 0,2 | t/TJ |
| SO ₂ | 0,036 | t/TJ |

Las emisiones para los buques propuestos se estiman cuantitativamente en base a las toneladas de combustible consumidas en el total de la operación exploratoria y factores de emisión indicados en la tabla precedente.

De esta manera, mediante la expresión:

$$\text{Emisión}_{ij} = (\text{Factor de Emisión})_{ij} \times (\text{Consumo de Combustible})_j$$



Se obtienen las emisiones de los distintos gases (subíndice i) para los diferentes buques (subíndice j)).

Adicionalmente, para el proyecto bajo estudio, se calcula el Potencial de Calentamiento Global GWP por sus siglas en inglés *Global Warming Potential*, en toneladas de CO₂ equivalente, para un horizonte de 100 años. Como es habitualmente recomendado, se utilizan los valores expresados en el reporte más actual (Quinto Reporte de Evaluación, AR5) para los distintos gases de efecto invernadero indicados a continuación.

Tabla 33. Potencial de Calentamiento Global (GWP) a 100 años.

| Gas de Efecto Invernadero (GEI) | Potencial de Calentamiento Global (GWP) |
|---------------------------------|---|
| CO ₂ | 1 |
| CH ₄ | 28 |
| N ₂ O | 265 |

El GWP define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. Es una medida de cuánto de una dada cantidad de GEI se estima que contribuye al calentamiento global. Es una escala relativa que compara el gas en cuestión con la misma masa de CO₂, cuyo GWP por convención es la unidad.

En este sentido los valores de la tabla anterior se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$\text{CO}_2\text{eq} = \text{masa GEI} \times \text{GWP}_{\text{GEI}}$$

Para la obtención del GWP en toneladas CO₂eq.

En la siguiente tabla se resumen las emisiones atmosféricas para cada buque involucrado, el total según el compuesto gaseoso y el potencial de calentamiento global.

Tabla 34. Emisiones Atmosféricas. Valores expresados en toneladas.

| Compuesto | Buque | | | Total |
|--------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | Sísmico | Apoyo | Logístico | |
| CO ₂ | 25.331,09 | 1.013,24 | 2.310,07 | 28.654,40 |
| CO | 341,85 | 13,67 | 31,18 | 386,70 |
| NO _x | 512,78 | 20,51 | 46,76 | 580,05 |
| N ₂ O | 0,68 | 0,03 | 0,06 | 0,77 |
| SO ₂ | 12,31 | 0,49 | 1,12 | 13,92 |
| CH ₄ | 2,39 | 0,10 | 0,22 | 2,71 |
| VOCs | 68,37 | 2,73 | 6,24 | 77,34 |
| GWP (tCO₂eq) | 25.579 | 1.023 | 2.332 | 28.935 |

Por otra parte, conociendo las especificaciones técnicas de los motores principales del buque sísmico, y la normativa que cumplen en cuanto a emisiones gaseosas, se calculan las emisiones máximas durante la etapa operativa.



Tabla 35. Consumo de MGO motores del buque sísmico.

| Motor | | Potencia (kW) | Consumo Específico (g/kWh) | Tiempo operativo (h) | Consumo unitario (toneladas) | Consumo total (toneladas) |
|-------------------------|----------|---------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------|
| Tipo | Cantidad | | | | | |
| RRM Bergen B32:40L8P CD | 2 | 4.000 | 184 | 3.816 | 2.809 | 5.618 |

Para el Buque Sísmico se pudo estimar como máximo un valor de 93,7 kg/h para emisiones de NOx y 1.430 toneladas para el total de la operación. Estos valores extremos surgen de considerar el valor Tier II OMI de 11,71 g/kWh, emisión específica máxima para 750 rpm. Es decir, que en realidad las emisiones serían siempre menores dado que por especificaciones del fabricante se cumple con dicha normativa.

Al respecto, cabe destacar que las emisiones máximas calculadas según las especificaciones técnicas de los motores y la normativa de emisiones a la que se ajustan, resultan inferiores respecto de aquellas calculadas a partir de factores de emisión, siendo estas últimas más generales. A su vez, es dable mencionar que la normativa regula el contenido de azufre en los combustibles, no las emisiones de SO₂, siendo para IMO Tier II de 0,1% (m/m).

Según la estimación de emisiones realizada, las actividades de adquisición sísmica generarán 28.935 toneladas de gases equivalentes a CO₂ en total (o lo que es lo mismo 0,029 MtCO₂eq). En comparación con los 364 MtCO₂eq (Millones de Toneladas de CO₂ equivalente) totales estimadas para el país en base al Inventario Nacional de GEI correspondientes al Tercer BUR⁷ elaborado en 2018-2019 (SAyDS, 2019b), se considera que el impacto del proyecto en las emisiones de GEI no es significativo.

El impacto en relación a las emisiones gaseosas del proyecto resulta con baja intensidad, localizado (puntual) alrededor del buque (se espera que se diluya y disipe rápidamente en el entorno mientras los buques se mueven), de persistencia temporal (duración del proyecto) y reversible en el corto plazo, por lo que su importancia se califica como baja.

4 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia). Esta metodología integra en la cuantificación de los impactos los atributos de magnitud, temporalidad, sinergia y acumulación, entre otros, cumpliendo con lo requerido en el Anexo IV de la Resolución Conjunta 3/19 de las Secretarías de Gobierno de Energía y de Ambiente.

Los impactos se califican según su signo (positivo, negativo), intensidad (baja, media, alta, muy alta, total), extensión (puntual, parcial, extensa, total, crítica), entre otras variables, que se detallan de acuerdo al siguiente algoritmo:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

⁷ Informe Bienal de Actualización



Donde:

\pm = signo

I = Importancia del Impacto

i = intensidad o grado probable de destrucción

EX = Extensión o área de influencia del impacto

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del Impacto.

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos provocados por el impacto

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo

EF = efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.



El desarrollo de la ecuación de Importancia se realizó evaluando cada uno de los términos del algoritmo en conjunto con el grupo de especialistas intervinientes en el presente estudio, según la tabla orientativa que se presenta a continuación.

| Signo | | Intensidad (i) | |
|-----------------------|----|--|----|
| Beneficioso | + | Baja | 1 |
| Perjudicial | - | Media | 2 |
| Neutro | 0 | Alta | 4 |
| | | Muy alta | 8 |
| | | Total | 12 |
| Extensión (EX) | | Momento (MO) | |
| Puntual | 1 | Largo plazo | 1 |
| Parcial | 2 | Medio plazo | 2 |
| Extenso | 4 | Inmediato | 4 |
| Total | 8 | Crítico | 8 |
| Crítica | 12 | | |
| Persistencia (PE) | | Reversibilidad (RV) | |
| Fugaz | 1 | Corto plazo | 1 |
| Temporal | 2 | Medio plazo | 2 |
| Permanente | 4 | Irreversible | 4 |
| Sinergia (SI) | | Acumulación (AC) | |
| Sin sinergismo | 1 | Simple | 1 |
| Sinérgico | 2 | Acumulativo | 4 |
| Muy sinérgico | 4 | | |
| Efecto (EF) | | Periodicidad (PR) | |
| Indirecto | 1 | Irregular | 1 |
| Directo | 4 | Periódico | 2 |
| | | Continuo | 4 |
| Recuperabilidad (MC) | | Importancia del Impacto | |
| Recuperable inmediato | 1 | $I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$ | |
| Recuperable | 2 | | |
| Mitigable | 4 | | |
| Irrecuperable | 8 | | |

A continuación se describe el significado de los atributos de la matriz de importancia:



| |
|---|
| Signo |
| El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. |
| Intensidad (i)¹ |
| Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima. |
| Extensión (EX) |
| Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). |
| Momento (MO) |
| El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. |
| Persistencia (PE) |
| 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. |
| Reversibilidad (RV) |
| Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. |
| Recuperabilidad (MC) |
| Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). |
| Sinergia (SI) |
| 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 independiente no simultánea. |
| Acumulación (AC) |
| Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. |
| Efecto (EF) |
| Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. |
| Periodicidad (PR) |
| La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). |
| ¹ En el presente estudio en la valoración se considera intrínsecamente la sensibilidad del componente afectado. |

En función de este modelo los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, los impactos han sido clasificados en las siguientes categorías de acuerdo a la significación obtenida en la valoración.



| Impacto Positivo | | Impacto Negativo | |
|------------------|------------|------------------|------------|
| Significación | Valoración | Significación | Valoración |
| < 25 | Bajo | > -25 | Bajo |
| 25 a 49 | Moderado | -25 a -49 | Moderado |
| 50 a 75 | Alto | -50 a -75 | Severo |
| > 75 | Relevante | < -75 | Crítico |

Una categoría adicional de impacto “Poco Significativo” se ha incluido para clasificar las interacciones que han sido evaluadas pero sus efectos resultan poco relevantes como para causar un impacto.

La ventaja de la aplicación de este tipo de matrices radica en su utilidad para determinar impactos de manera global a partir de un análisis integral y poco particularizado, en el que se evidencia rápidamente dónde se concentran los mayores impactos y a qué tipo o grupo de actividades del proyecto se le atribuyen. En él se identifican impactos de distintas etapas del proyecto. Además, este tipo de matrices permite determinar tanto impactos positivos como negativos, a partir de la incorporación de signos (+/-).

En este sentido, la presente evaluación permitió identificar los potenciales efectos e impactos ambientales asociados al proyecto, y a partir de ello, elaborar las medidas de mitigación y control más adecuadas a aplicar para evitar o minimizar los mismos (Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión ambiental).

4.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Las columnas representan las acciones del proyecto que fueron identificadas como potenciales modificadores de los diferentes factores ambientales. Las filas, por su parte, corresponden a los mencionados factores ambientales. Luego de la evaluación, se presenta la Matriz Resumen de Impacto Ambiental con las interacciones entre acciones y factores de los potenciales impactos ambientales identificados y la valoración final obtenida.



Tabla 36. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental

| Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|--|--|-------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Acción | | Medio | Factor Ambiental | | Signo (+/-) | Intensidad (IN) | Extensión (EX) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (RV) | Sinergia (SI) | Acumulación (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PR) | Recuperabilidad (MC) | IMPORTANCIA (I) |
| Actividades planificadas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | | Biótico | Mamíferos marinos | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | -38 | |
| | | | Peces y cefalópodos | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | -32 | |
| | | | Tortugas marinas | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | -38 | |
| | | | Bentos y plancton | - | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | -24 | |
| | | | Aves | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -29 | |
| | | | Áreas protegidas y sensibles | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | -35 | |
| | | Antrópico | Actividad pesquera | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | -21 | |
| Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | | Biótico | Mamíferos marinos | - | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -24 | |
| | | | Tortugas marinas | - | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | -24 | |
| | | | Aves | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 | |
| | | | Áreas protegidas y sensibles | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 | |
| | | Antrópico | Actividad pesquera | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 | |
| | | | Tránsito marítimo | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 | |
| Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | Emisiones gaseosas | | Físico | Aire | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 |
| | Emisiones lumínicas de los buques | | Biótico | Aves | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 |
| | | | | Áreas protegidas y sensibles | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | -24 |
| | Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) | | Biótico | Mamíferos marinos | | | | | | | | | | | Poco significativo | |
| | | | | Peces y cefalópodos | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | | Tortugas marinas | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | | Aves | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | | Áreas protegidas y sensibles | | | | | | | | | | | Poco significativo | |
| | Demanda de mano de obra y de bienes y servicios | | Antrópico | Actividades económicas | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 16 |
| | | | | Infraestructuras, recursos y usos terrestres | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| Eventos no planificados (contingencias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Derrames de hidrocarburos | | Físico | Agua superficial | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | -36 | |
| | | Biótico | Mamíferos marinos | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | -40 | |
| | | | Peces y cefalópodos | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | -38 | |
| | | | Tortugas marinas | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | -40 | |
| | | | Bentos y plancton | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | -26 | |
| | | | Aves | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | -40 | |
| | | | Áreas protegidas y sensibles | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | -40 | |
| | | Antrópico | Actividad pesquera | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | -35 | |
| | | | Infraestructuras, recursos y usos terrestres | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | -24 | |
| Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | | Físico | Agua superficial | | | | | | | | | | | | Poco significativo | |
| | | Biótico | Mamíferos marinos | | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | Peces y cefalópodos | | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | Tortugas marinas | | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | Bentos y plancton | | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | | | Aves | | | | | | | | | | | | | Poco significativo |
| | Áreas protegidas y sensibles | | | | | | | | | | | | | Poco significativo | | |

REFERENCIAS

| Impacto Positivo | | Impacto Negativo | |
|------------------|------------|------------------|------------|
| Significación | Valoración | Significación | Valoración |
| < 25 | Bajo | > -25 | Bajo |
| 25 a 49 | Moderado | -25 a -49 | Moderado |
| 50 a 75 | Alto | -50 a -75 | Severo |
| > 75 | Relevante | < -75 | Crítico |



Tabla 37. Matriz resumen

| ACCIONES | | COMPONENTES AMBIENTALES | | MEDIO FÍSICO | | MEDIO BIÓTICO | | | | | | MEDIO ANTRÓPICO | | | |
|---|--|---|--|------------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------|--|
| | | | | Agua superficial | Aire | Mamíferos marinos | Peces y cefalópodos | Tortugas marinas | Bentos y plancton | Aves | Áreas sensibles y protegidas | Actividad pesquera | Tránsito Marítimo | Actividades económicas | Infraestructuras, recursos y usos terrestres |
| Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 | Actividades planificadas | | | | | | | | | | | | | | |
| | Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | | | | | -38 | -32 | -38 | -24 | -29 | -35 | -21 | | | |
| | Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | | | | | -24 | | -24 | | -24 | -24 | -24 | -24 | | |
| | Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | Emisiones gaseosas | | | -24 | | | | | | | | | | |
| | | Emisiones lumínicas de los buques | | | | | | | -24 | -24 | | | | | |
| | | Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) | | | | Poco signific ativo | Poco signific ativo | Poco signific ativo | | Poco signific ativo | Poco signific ativo | | | | |
| | Demanda de mano de obra y de bienes y servicios | | | | | | | | | | | | | 16 | Poco signific ativo |
| | Eventos no planificados (contingencias) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Derrames de hidrocarburos | | | -36 | | -40 | -38 | -40 | -27 | -40 | -40 | -35 | | | -24 |
| | Descarga accidental de sustancias químicas y/o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | | | Poco signific ativo | | Poco signific ativo | Poco signific ativo | Poco signific ativo | Poco signific ativo | Poco signific ativo | Poco signific ativo | | | | |

REFERENCIAS

| Impacto Positivo | | Impacto Negativo | |
|------------------|------------|------------------|------------|
| Significación | Valoración | Significación | Valoración |
| < 25 | Bajo | > -25 | Bajo |
| 25 a 49 | Moderado | -25 a -49 | Moderado |
| 50 a 75 | Alto | -50 a -75 | Severo |
| > 75 | Relevante | < -75 | Crítico |



5 **MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

De acuerdo a la “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” (SAyDS, 2019a) el abordaje de las medidas de mitigación considera el modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos, conocido como principio de jerarquía de mitigación.

Este principio establece una secuencia de pasos, a implementar de forma concatenada y jerarquizada, que tienen como finalidad evitar, minimizar, restaurar y en última instancia compensar los impactos negativos significativos residuales con el objetivo de lograr como mínimo la pérdida nula y de preferencia una ganancia adicional de los valores ambientales, a escala del proyecto.

Tabla 38. Jerarquía de mitigación (SAySD, 2019)

| | |
|-----------|---|
| Evitar | La primera instancia consiste en prevenir los impactos ambientales, que se puede llevar a cabo a través de cambios tecnológicos, escala o ubicación del proyecto o alguno de sus componentes o actividades. Este tipo de medidas de prevención serán efectivas si se implementan en fases tempranas del ciclo del proyecto. |
| Minimizar | El siguiente nivel busca reducir los impactos negativos que no pudieran ser evitados, tanto en su duración, magnitud o alcance. También pueden ser abordados desde los cambios tecnológicos, ubicación o escala del proyecto. |
| Restaurar | Comprende la recuperación de los valores del ambiente que son inevitablemente alterados por el proyecto, y solo cuando no puedan ser aplicables las medidas precedentes. Las acciones de restauración pueden ser implementadas durante la ejecución, operación y posterior al cierre del proyecto. |
| Compensar | Última etapa que se implementa sobre aquellos impactos negativos significativos residuales que no pudieron ser evitados, minimizados o restaurados. La compensación solo debe implementarse luego de que se hayan aplicado las instancias anteriores. |

La prioridad en la mitigación es aplicar primero las medidas de mitigación a la fuente del impacto (es decir, evitar o minimizar la magnitud del impacto de la actividad asociada al proyecto), y luego abordar el efecto resultante sobre el recurso/receptor mediante medidas de restauración o compensación (es decir, reducir la importancia del efecto una vez que se hayan aplicado todas las mitigaciones razonablemente viables para reducir la magnitud del impacto).

A continuación se presenta la matriz resumen de impactos ambientales considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos del proyecto las cuales se detallan en el Capítulo 8. El nivel de impacto residual se ha asignado en forma cualitativa utilizando las categorías definidas en el punto 4.1. Como resultado de la implementación de las medidas los impactos residuales han quedado calificados entre bajos y despreciables.



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 39. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación

| Acción | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|--|---------|---------------------|-----------------|---|------------------|
| Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) | Biótico | Mamíferos marinos | Moderado | ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| | | Peces y cefalópodos | Moderado | ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| | | Tortugas marinas | Moderado | ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| | | Aves | Moderado | ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |

| Acción | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|--|-----------|------------------------------|-----------------|---|------------------|
| | | Bentos y plancton | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| | | Áreas protegidas y sensibles | Moderado | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| | Antrópico | Actividad pesquera | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y tortugas marinas ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Coordinación con exploraciones linderas (distanciamiento con otras prospecciones) | Bajo |
| Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico | Biótico | Mamíferos marinos | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Medidas de disminución de la velocidad de los buques - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | | Tortugas marinas | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Boyas terminales equipadas con protectores de tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | | Aves | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Prevención para avifauna - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | | Áreas protegidas y sensibles | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Medidas de disminución de la velocidad de los buques - Boyas terminales equipadas con protectores de tortugas marinas - Prevención para avifauna - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | Antrópico | Actividad pesquera | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y | Despreciable |

| Acción | | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|--|---|-----------|------------------------------|--------------------|---|------------------|
| Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) | | | | | actividades vinculadas al sector pesquero | |
| | | | Tránsito marítimo | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación | Despreciable |
| | Emisiones gaseosas | Físico | Aire | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Bajo |
| | Emisiones lumínicas de los buques | Biótico | Aves | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Prevención para avifauna PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | | | Áreas protegidas y sensibles | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA MARINA - Prevención para avifauna PROGRAMA DE OBSERVADORES DE FAUNA MARINA A BORDO - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas | Bajo |
| | Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) | Biótico | Mamíferos marinos | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Despreciable |
| | | | Peces y cefalópodos | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Despreciable |
| | | | Tortugas marinas | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Despreciable |
| | | | Aves | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Despreciable |
| | | | Áreas protegidas y sensibles | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL | Despreciable |
| | Demanda de mano de obra y de bienes | Antrópico | Actividades económicas | Bajo | PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES | Bajo |

| Acción | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|---------------------------|---------|--|--------------------|---|------------------|
| y servicios | | Infraestructuras, recursos y usos terrestres | Poco significativo | ► PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES | Despreciable |
| Derrames de hidrocarburos | Físico | Agua superficial | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ► PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ► PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | Biótico | Mamíferos marinos | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ► PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ► PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | | Peces y cefalópodos | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ► PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ► PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | | Tortugas marinas | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ► PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ► PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | | Aves marinas | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ► PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ► PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | | Bentos y plancton | Moderado | ► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos | Bajo |

| Acción | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|---|-----------|--|--------------------|---|------------------|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | |
| | | Áreas protegidas y sensibles | Moderado | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | Antrópico | Actividad pesquera | Moderado | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Bajo |
| | | Infraestructuras, recursos y usos terrestres | Bajo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos | Físico | Agua superficial | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| | Biótico | Mamíferos marinos | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |

| Acción | Medio | Factor Ambiental | IMPORTANCIA (I) | Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental | IMPACTO RESIDUAL |
|--------|-------|------------------------------|--------------------|---|------------------|
| | | Peces y cefalópodos | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| | | Tortugas marinas | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| | | Aves marinas | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| | | Bentos y plancton | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |
| | | Áreas protegidas y sensibles | Poco significativo | <ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ▶ PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS | Despreciable |



6 **IMPACTOS ACUMULATIVOS**

Si bien un impacto puede ser relativamente pequeño cuando se considera el proyecto o actividad por sí solo, este puede ser magnificado en combinación con los impactos de otros proyectos y actividades; estos efectos combinados se conocen como impactos "acumulativos".

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.
2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas CAN_100-108 y CAN_114 en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

Los primeros han sido evaluados como parte del punto anterior dado que, por un lado, la metodología adoptada (Conesa, 1997) considera particularmente este aspecto de los impactos; y por el otro, el proyecto considera un único foco de actuación, dado por el buque sísmico y su arreglo, y las embarcaciones de apoyo, los que irán cubriendo con su traslado ambos polígonos a prospectar.

En este sentido, este punto del estudio se concentra en los segundos, los relacionados con la potencial interacción del proyecto con otras actividades o proyectos dentro del área de influencia.

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114 con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114 y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.

A continuación se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114 con potencial de producir impactos acumulativos.

1 - Como se puede observar en las figuras a continuación, existen bloques linderos a las áreas de adquisición bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. Los bloques CAN_100 y CAN_108 lindan con los bloques CAN_105, 106, 107, 109 y 110; en tanto que el bloque CAN_114 colinda con los bloques CAN_111, 112 y 113. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques CAN_105, 106, 110 y 112 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas bloques. Los bloques CAN_107 y 109 fueron adjudicados al grupo Shell Argentina S.A. y Qatar Petroleum International Limited, y los bloques CAN_111 y 113 al grupo Total Austral S.A. y BP Exploration Operating Company Limited. Lo antedicho permitiría descartar la posibilidad de que se lleven tareas de prospección con superposición temporal en los bloques adyacentes CAN_105, 106, 110 y 112 (hasta tanto no sean concesionadas).

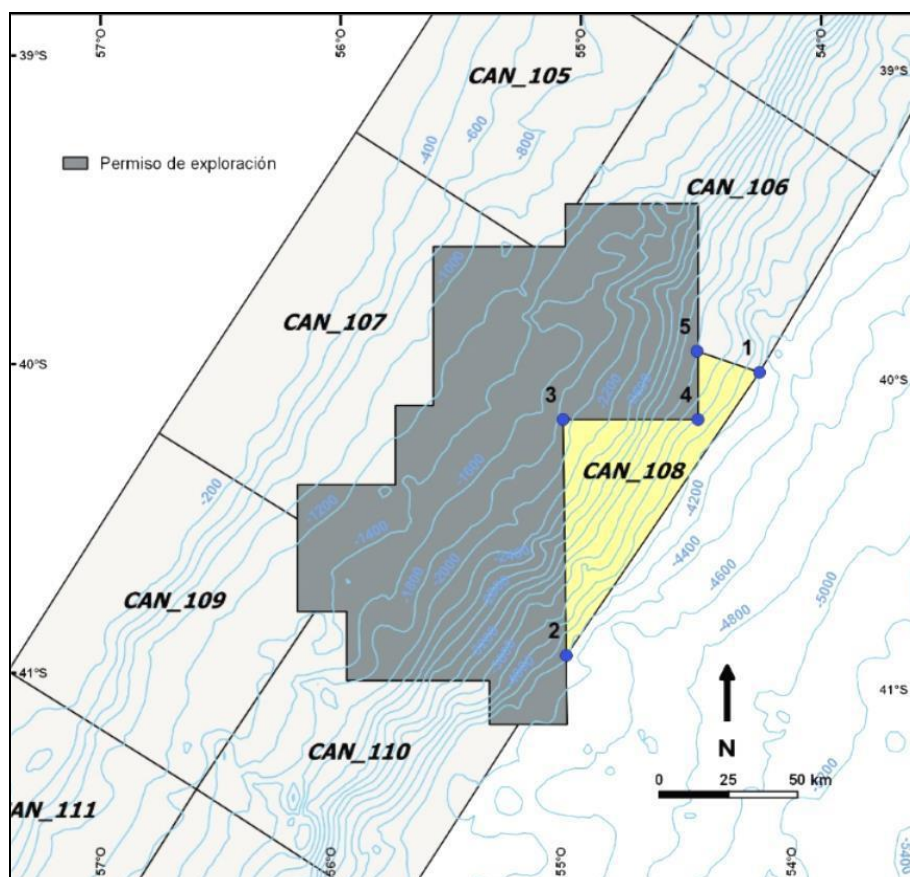


Figura 14. Bloques linderos al área CAN_108 (y CAN_100 en color gris) concesionados en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

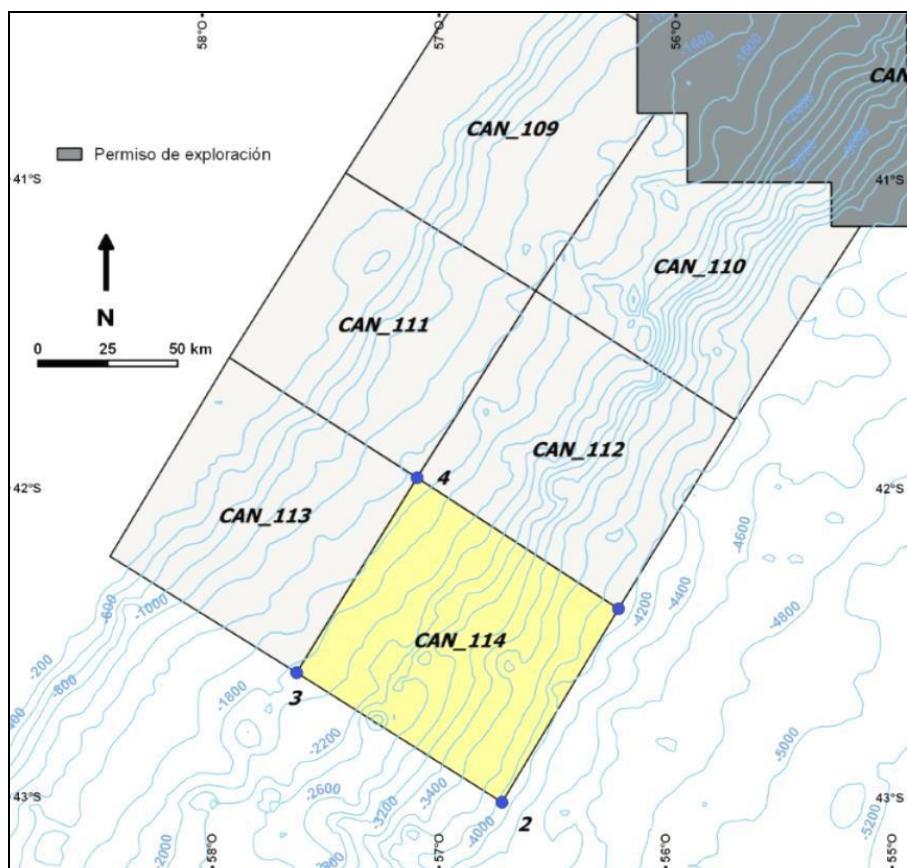


Figura 15. Bloques linderos al área CAN_114 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1

Por su parte, mediante el Informe de requerimiento de información adicional IF-2020-88272623-APN-DNEA#MAD, el MAYDS expuso que en el marco de la Res. Conjunta SE-SAYDS N° 3/2019 se han presentado ante el mismo Avisos de Proyecto para actividades de exploración sísmica en Cuenca Argentina por parte de los siguientes proponentes:

- SPECTRUM: Cuenca Argentina (EX-2020-25269675- -APN-DNEP#MHA) TGS: CAN 107, CAN 108, CAN109, CAN101, CAN102, CAN103, CAN104 (EX-2020-17648170- -APN-DNEP#MHA, EX-2020-17643202- -APN-DNEP#MHA y EX-2020-73992409- -APN-DNEYP#MEC)
- YPF: CAN 102 (EX-2020-43785653- -APN-DNEYP#MDP)
- SHELL: CAN 107 y CAN 109 (EX-2020-17578657- -APN-DNEP#MHA)

Como se mencionó anteriormente, interesan en particular los bloques CAN_107 y CAN_109 y CAN_111 y CAN_113 por su cercanía, siendo que el bloque CAN_102 se ubica a más de 200 km de las áreas de adquisición sísmica de CAN_100-108 y el resto (CAN_101, CAN_103 y CAN_104 se ubican a mayores distancias).

Equinor ha entablado diálogo con TOTAL y SHELL para conocer sus planes respecto de cualquier operación sísmica. En función de los planes informados por Equinor para prospeccionar las áreas CAN_100-108 y CAN_114 durante el periodo de la primavera 2021 y verano 2022, TOTAL ha confirmado que sus operaciones en las áreas CAN_111 y CAN_113 no se superpondrían, siendo que están planificando las mismas para más adelante en el año 2022. Por su parte, SHELL estaría planificando operaciones 3D en las áreas CAN_107 y CAN_109 en el cuarto trimestre de 2021, por lo cual se superpondría temporalmente con la campaña bajo estudio.

Los bloques CAN_107 y CAN_109 se ubican a 5,4 km y 15,3 km respectivamente, del área de adquisición de datos sísmicos CAN_100 – 108; y distan 77 km y 180 km respectivamente, del área de adquisición de CAN_114. Estas distancias indicarían que las operaciones en los bloques vecinos estarán por fuera del área de máxima incidencia del ruido propagado por la actividad de prospección (área de influencia directa), a mayores distancias de las que se alcanzan los umbrales de daño fisiológico sobre la audición (PTS y TTS) para los mamíferos (Tabla 25 y Tabla 26) y los peces (Tabla 28 y Tabla 29). Sin embargo estas distancias resultan tentativas dado que no se conoce el detalle de cuales serán los polígonos a prospectar efectivamente dentro de los bloques concesionados. Tampoco se conocen otros detalles de la operatoria (cantidad y tipo de buques involucrados, cronograma previsto para cada bloque, secuencia de exploración, patrón de relevamiento, características del arreglo sísmico, etc.).

En este sentido, la medida que plantea Equinor en forma precautoria es planificar las operaciones en forma coordinada con SHELL en todo momento, de manera que las operaciones estén lo más alejadas posibles unas de otras. De manera preliminar, Equinor plantea planificar las operaciones que iniciarán avanzado el cuarto trimestre, en octubre de 2021, para que comiencen en la parte más oriental del área CAN_100-108 que dista unos 65 km del bloque CAN_107 en su punto más cercano. No obstante como se mencionó, esto se definirá en detalle de forma coordinada entre ambas compañías más cerca de la fecha de inicio, de manera de procurar el mayor distanciamiento entre las operaciones. Esta medida se considera en cuanto al desarrollo del relevamiento en el Capítulo 4 y se incluye en el PGA como parte de los compromisos asumidos por Equinor.

2 – Como se mencionó anteriormente, la interacción del proyecto con áreas costeras se limita básicamente al uso de la infraestructura portuaria del puerto de apoyo (Puerto de Mar del Plata) por parte del buque de apoyo proveniente de la zona de adquisición de datos sísmicos y, en menor medida, del puerto de Buenos Aires, en las operaciones de movilización y desmovilización. Estas operaciones resultan rutinarias y no diferirán de las que normalmente lleva a cabo un buque pesquero o carguero que recalca de otra navegación. Dada la escasa relevancia de este aspecto del proyecto, se descarta que posea un efecto acumulativo.



CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

3 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, dado que el proyecto prevé la implementación de un protocolo de arranque suave al comienzo de cada línea de adquisición de datos que permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies de las áreas de alimentación y de las de áreas de desove de aquellas especies que se superponen con la zona de proyecto. Si bien el área de influencia del proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes, y no se puede destacar que coincida con el área de reproducción de alguna de las especies de otros ordenes dado que no se cuenta con información; ninguno de estos grupos es objeto de pesquerías. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca, para las áreas operativas de CAN_100-108 y CAN_114 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca. Esta actividad se vuelve muy importante durante los periodos de otoño e invierno en la zona del frente del talud que se encuentra a 17 km del área operativa del proyecto, y a 30 km del área de adquisición sísmica (donde efectivamente operará el arreglo sísmico), por lo cual no se superpone espacialmente con el proyecto. Dado que el proyecto bajo estudio se llevará a cabo durante la primavera del 2021 y el verano del 2022 tampoco existirá una superposición temporal con el pico de la actividad pesquera en el frente del talud. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo sobre el grupo de peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada (calificado como moderado – ver punto 3.3). Como se mencionó anteriormente, el impacto de las operaciones sísmicas se considera mitigado en la medida posible mediante la aplicación del protocolo de arranque suave asociado al proyecto, a la vez que el cronograma del proyecto resulta adecuado desde el punto de vista de las pesquerías dado que evita el periodo de mayor sensibilidad de la actividad (otoño-invierno).

4 – También es de conocimiento que para muchas de las especies de aves, tortugas y mamíferos marinos, la interacción con la actividad pesquera constituye una de las principales amenazas a su supervivencia. Como se ha expuesto a lo largo de este documento, las actividades sísmicas tienen la potencialidad, entre otros efectos, de aumentar la vulnerabilidad de los individuos a las amenazas antropogénicas. Si bien como se ha señalado anteriormente, las actividades pesqueras se realizan a cierta distancia del área de prospección, no se puede descartar la posibilidad de ocurrencia de un impacto acumulativo cuando las actividades coincidan temporalmente, no obstante esto queda minimizado en cierta medida dado que el proyecto se realizará por fuera del periodo pico de la actividad pesquera en el frente del talud (otoño – invierno). De todos modos, dado que estos efectos podrán darse a nivel individual, y por lo tanto el riesgo para las poblaciones se considera bajo, no se prevé que el impacto acumulativo sobre estos grupos sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. De igual manera que lo mencionado en el punto anterior, el impacto de la actividad sísmica se considera mitigado en la medida posible con la implementación del protocolo de arranque suave.

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

5 – Respecto de las emisiones lumínicas con consecuencias para las aves marinas que se ven atraídas por las luces de los barcos durante la noche, interesa la interacción del proyecto con la flota pesquera, especialmente con la de barcos poteros que para realizar la captura de calamares iluminan fuertemente la superficie del mar durante el periodo nocturno. Al norte de los 44° S, la subpoblación bonaerense-norpatagónica se explota a partir de marzo o abril hasta junio previo a que el calamar emigre hacia aguas profundas⁸. En este sentido esta actividad no se superpone temporalmente con el desarrollo del proyecto dado que el mismo se llevará a cabo durante la primavera 2021 y el verano de 2022. Asimismo, es dable señalar que las áreas de exclusión previstas entorno al conjunto del buque sísmico y su arreglo, y el despeje de su trayectoria, garantizan también cierto distanciamiento de las actividades de prospección respecto de otras embarcaciones. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en las aves sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Este impacto podrá ser mitigado en la medida posible mediante la aplicación de las acciones de prevención de impactos sobre la avifauna (disminución de iluminación).

6 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas realizadas previamente en el área de estudio, todas ellas corresponden a campañas 2D. De acuerdo a la información relevada, únicamente la extensa campaña del 2018 (identificada con la fecha 5/5/2018) a cargo de la empresa SPECTRUM ASA SUCURSAL ARGENTINA (ahora TGS), involucró a las áreas de adquisición sísmica objetivo del presente estudio. Dos campañas más recientes de menor extensión resultan cercanas a dichas áreas. La identificada con fecha 11/10/2019 se ubicó inmediatamente al oeste del área de adquisición de datos sísmicos de las áreas CAN_100-108 y la campaña del año 2020 identificada con fecha 1/2/2020 se localizó al noreste del área CAN-114. Si bien no se conocen los detalles de dichas campañas en cuanto a cantidad y tipo de buques involucrados, patrón de relevamiento, características del arreglo sísmico utilizado, etc., no es equivocado afirmar que se adoptaron medidas de mitigación que incluyeron el uso de procedimientos de arranque suave para minimizar los posibles impactos sonoros subacuáticos en el entorno marino, dado que estos procedimientos se vienen implementando en la industria sísmica hace varios años y han sido exigidos en las exploraciones en nuestro país. Las diferencias temporales (y también geográficas) entre los estudios sísmicos pasados y los previstos, y el uso del procedimiento de arranque suave significan que hay un alcance limitado de impactos acumulativos para los organismos marinos debido al sonido subacuático. Los impactos de las lesiones en los mamíferos y peces se evitan a través del arranque suave y los impactos de comportamiento son menores y temporales como se ha evaluado anteriormente. Considerando que el presente proyecto iniciará en octubre de 2021 las campañas antecedentes cercanas se distancian en más de 18 meses (y en más de 3 años con la campaña de TGS que es la única que se superpone espacialmente) por lo que no se afectarán las mismas temporadas en forma sucesiva. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los organismos marinos y pesquerías sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.

7 – Si bien existe la hipótesis de que las actividades sísmicas pueden provocar varamientos, no hay a la fecha pruebas concluyentes sobre que exista una correlación directa. De todos modos, estos fenómenos son aspectos a considerar en las áreas de bajas profundidades y cercanas a la costa, lo cual no es el caso del presente proyecto que se desarrolla en zonas con profundidades entre 1200 y 3900 metros.

⁸ La Resolución 973/1997 Ex SAGPyA establece la apertura a la pesca de calamar (*Illex argentinus*) al norte del paralelo 44° desde día 1 de mayo hasta el 31 de agosto de cada año.

7 BIBLIOGRAFÍA

- AECOM (2015). SWAP 3D Seismic Survey Environmental & Socio-Economic Impact Assessment
- Aguilar de Soto, N., Delorme, N., Atkins, J., Howard, S., Williams, J. y Johnson, M. (2013). Anthropogenic noise causes body malformations and delays development in marine larvae. *Scientific Reports* 3, 2831.
- Allega, L.; Braverman, M.; Cabreira, A.G.; Campodónico, S.; Carozza, C.R.; Cepeda, G.D.; Colonello, J.H.; Derisio, C.; Di Mauro, R.; Firpo, C.A.; Gaitán, E.N.; Hozbor, M.C.; Irusta, C.G.; Ivanovic, M.; Lagos, N.; Lutz, V.A.; Marí, N.R.; Militelli, M.I.; Moriondo Danovaro, P.I.; Navarro, G.; Orlando, P.; Pájaro, M.; Prandoni, N.; Prosdocimi, L.; Reta, R.; Rico, R.; Riestra, C.M.; Ruarte, C.; Schejter, L.; Schiariti, A.; Segura, V.; Souto, V.S.; Temperoni, B.; Verón, E. (2020). Estado del conocimiento biológico pesquero de los principales recursos vivos y su ambiente; con relación a la exploración hidrocarburífera en la Zona Económica Exclusiva Argentina y adyacencias. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 119 pp.
- André, M., Kaifu, k., Solé, M., Van Der Schaar, M., Akamatsu, T., Balastegui, A., Sánchez, A.M., Castell, J.V., (2016). Contribution to the understanding of particle motion perception in marine invertebrates. In: Popper, N.A., Hawkins, A. (Eds.). *The effects of noise on aquatic life II*. Springer, New York, 47–55 pp.
- André, M., Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Quero, C., Mas, A., Lombarte, A., Van Der Schaar, M., López-Bejar, M., Morell, M., Zaugg, S., Houégnigan, L. (2011). Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Front. Ecol. Environ.* 9, 489-493.
- Andriguetto-Filho, J.M., Ostrensky, A., Pie, M.R., Silva, U.A., y Boeger, W.A. (2005). Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. *Cont. Shelf Res.* 25, 1720-1727.
- ANSI American National Standards institute. (2008- 2013). American national standards acoustical terminology. *Ansi/Asa S1*. Melville, NY: Acoustical Society of America.
- Atlas de Sensibilidad Ambiental de la costa y el mar argentino. (2008). En: boltovskoy, D. (Ed.). [En línea] Buenos Aires. Disponible en: <http://atlas.ambiente.gov.ar/>
- Au, W.W.L. and W. Perryman. (1982). Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. *Fishery Bulletin* 80(2):371-379.
- Aubin, T. (2004). Penguins and their noisy world. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76 (2), 279-283. <https://doi.org/10.1590/s0001-37652004000200015>.
- Bartol, S.M., y Ketten, D.R. (2006). Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., y Brill, R. (Eds.). *Sea turtle and pelagic fish sensory biology: Developing techniques to reduce sea turtle bycatch in longline fisheries technical memorandum nmfs-pifsc-7*. National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), US Department of Commerce, 98-105 pp.
- Barquete, V., Bugoni, L., Silva-Filho, R.P., y Adornes, A.C. (2006). Review of records and notes on king penguin (*Aptenodytes patagonicus*) and rockhopper penguin (*Eudyptes chryso- come*) in Brazil. *Hornero*, 21, 45-48. <http://www.scielo.org.ar/pdf/hornero/v21n1/v21n1a06.pdf>.
- Bastida, R., Roux, A., y Martínez., D. E. (1992). Benthic communities of the argentine continental shelf. *Oceanológica acta*, 15 (6), 687-698.
- Bastida, R. y Rodríguez, D. (2003). *Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida*. Vázquez mazzini editores, Argentina, isbn 987-9132-08-04, 206pp.
- Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Åstrand Capetillo, N., y Wilhelmsson, D., (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife — A generalized Impact Assessment. *Environmental Research Letters* 9(3), 34012.
- Birdlife International (2004). Tracking ocean wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels. Results from the global procellariiform tracking workshop, 1–5 september, 2003, Gordon's Bay, South Africa. Cambridge, UK: Birdlife International.

- Boeger, W.A., Pie, M.R., Ostrensky, A., y Cardoso, M.F. (2006). The effect of exposure to seismic prospecting on coral reef fishes. *Brazilian Journal of Oceanography* 54, 235-239.
- Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., Mosbech, A. (2010). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. National Environmental Research Institute Neri Technical Report N° 785.
- Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., y Mosbech, A. (2009). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 38 pp. – Neri Technical Report N° 723. <http://www.dmu.dk/pub/fr723.pdf>.
- Booman, C., Dalen, H., Heivestad, H et al., (1996). Effekter av luftkanonskyting pa egg, larver og ynell (effects of airgun shooting on eggs, larvae, and personnel). Havforskningsinstituttet, ISSN 0071–5638.
- Bourne, W., (1979). Birds and gas flares. *Mar. Pollut. Bull.* 10, 124e125
- Brand, A. R. y Wilson, U. A. (1996). Sesimic surveys and scallop fisheries. Unpublished report on the impact of a seismic survey on the 1994 islae of man queen scallop fisheries. Port Erin marine laboratory, University of Livepool, Port Erin, Isle of Manbraun.
- Braun, C.B., y Grande, T. (2008). Evolution of peripheral mechanisms for the enhancement of sound reception. *Fish Bioacoustics*, 99-144.
- Brown, C. R., & Adams, N. J.,(1983). The effect of underwater explosions on Rockhopper Penguins *Eudyptes chrysocome*. *Cormorant* 11, 68.
- 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. <https://www.boem.gov/sites/default/files/oil-and-gas-energy-program/GOMR/BOEM-2014-001-v1.pdf>
- Brunetti, N.E., Ivanovic, M.L., y Elena, B. (1998). Calamares Omastréfidos. En: *El mar argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos*. Boschi E. (Ed.):37-68.
- Brunetti, N. E. (1988). Contribución al conocimiento biológico-pesquero del calamar argentino (Cephalopoda, Ommastrephidae, *Illex argentinus*). Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.
- Byrne, M., Przeslawski, R., (2013). Multistressor impacts ofwarming and acidification of the ocean on marine invertebrates' life histories. *Integr. comp. biol.* 53, 582–596.
- Campagna, C., Verona, C., y Falabella, V. (2006). Situación ambiental en la ecorregión del Mar Argentino. En: *La situación ambiental Argentina 2005*, Brown, A., Martinez Ortiz, A., Cerbi, M y Corcuera, J. (eds.). Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Campodónico, S y Escolar, M. (2019a). Evaluación de biomasa de vieira patagónica unidades de manejo F y G. Recomendaciones para el año 2019. Informe Técnico Oficial INIDEP 7, 21 pp.
- Campodónico, S., Escolar, M., Garcia J & Aubone., A. (2019b). Síntesis Histórica y estado actual de la pesquería de vieira patagónica *Zygoclamys patagonica* (King 1832) en la Argentina. *Biología, Evaluación de biomasa y Manejo. Marine and Fisheries Sciences* 32 (2): 125-148.
- Carneiro, A.P.B., Pearmain, E.J., Oppel, S., et al. (2020). A framework for mapping the distribution of seabirds by integrating tracking, demography and phenology. *J Appl Ecol.*, 57: 514– 525. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13568>.
- Carlson, T. J., Hastings, M. C., y Popper, A.N. (2007). Update on recommendations for revised interim sound exposure criteria for fish during pile driving activities. Available at http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/ct-arlington_memo_12-21-07.pdf.

- Carroll, A.G., Przeslawski, R., Duncan, A., Gunning, M., y Bruce, B. (2017). A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish and invertebrates. *Marine pollution bulletin* 114: 9-24.
- Casper, B.M. y Mann, D.A. (2007). Dipole hearing measurements in elasmobranch fishes. *J. Exp. Biol.* 75-81.
- Casper, B.M. y Mann, D.A. (2009). Field hearing measurements of the atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*. *Journal of Fish Biology* 75, 2768-2776.
- Casper, B. M. (2011). The ear and hearing in sharks, skates, and rays. 262-269 pages. In: Farrell, A. P., editor. *Encyclopedia of Fish Physiology: From genome to environment*. Academic press, San Diego.
- Casper, B.M., Popper, A.N., Matthews, F., Carlson, T.J., Halvorsen, M.B. (2012b). Recovery of barotrauma injuries in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. *Plos One* 7, p. e39593.
- Castege, I., Y. Lalanne, V. Gouriou, G. Hemery, M. Girin, F. D'Amico, C. Mouches, J. D'Elbee, L. Soulier, J. Pensu, D. Lafitte, and R. Pautrizel. 2007. Estimating actual seabirds mortality at sea and relationship with oil spills: Lessons from the Prestige oil spill in Aquitaine (France). *Ardeola* 54(2):289-307.
- Castellote, M., Clark, C.W., y Lammers, M.O. (2012). Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *biol. Conserv.* 147, 115-22.
- Castellote, M., y Llorens, C. (2016). Review of the effects of offshore seismic surveys in cetaceans: are mass strandings a possibility?. In: Popper, A.N. y Hawkins, A. (Eds.). *The effects of noise on aquatic life ii, advances in experimental medicine and biology*.
- Castellote, M. (2017). Inshore Odontocetes. En: Prideaux, G. (Ed.). *Technical support information to the CMS family guidelines on environmental impact assessments for marine noise-generating activities*. Convention on Migratory Species of Wild Animals, Bonn. 13-15.
- Cepeda, G.D., Temperoni, B., Sabatini, M.E., Viñas, M.D., Derisio, C.M., Santos, B.A., Antaclo, J.C y Padovani, L.N. (2018). Zooplankton communities of the argentine continental shelf (sw atlantic, c.a. 34°-55° s, an overview. En: Hoffmeyer, M.S., Sabatini, M.E., Brandini, F.P., Calliari, D.I., y Santinelli I. H. (eds.). *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. From the subtropical to the subantarctic realm*. Springer, Cham, 171-199.
- Chamberlain, D.C.G.W & Robertson, S. (1999). *Plankton. Guidelines for the Scientific Study of Oil Spill Effects*.
- Chapman, C., y Hawkins, A. (1969). The importance of sound in fish behaviour in relation to capture by trawls. *Fisheries and Aquaculture Report (FAO)* 62 (3), 717-729.
- Chin, A., Kyne, P. M., Walker, T. I., y Mcauley, R. B. (2010). An integrated risk assessment for climate change: analysing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. *Global Change Biology*, 16(7), 1936-1953.
- Christian, J.R., Mathieu, A., Thompson, D.H., White, D., y Buchanan, R.A. (2003). Effects of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Environmental Funds Project N° 144*. Fisheries and Oceans Canada. Calgary: 106 pp.
- Christian, J. R., Mathieu, A., y Buchanan, R. A. (2004). Chronic effects of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Environmental Funds Project N° 158*. Fisheries and Oceans Canada. Calgary. 25p.
- Clay, T., Manica, A., Ryan, P. et al. (2016). Proximate drivers of spatial segregation in non-breeding albatrosses. *Sci rep* 6, 29932. <https://doi.org/10.1038/srep29932>.



- Conesa Fernández– Vitora, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia)
- Cortes, E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. Reviews in Fisheries Science, 8, 299–344.
- Cook, F., y Mills, E. L. (1972). Summer distribution of pelagic birds off the coast of Argentina. Ibis 114, 245-151.
- Cook, S. L., y Forrest, T. G. (2005). Sounds produced by nesting leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). Herpetological Review, 36(4), 387-390.
- Coombs, S. y Popper, A. N. (1979). Hearing differences among Hawaiian squirrelfish (family Holocentridae) related to differences in the peripheral auditory system. J. Comp. Physiol. 132a, 203- 207.
- Cooper, J., (1982). Methods of reducing mortality of seabirds caused by underwater blasting. Cormorant, 10, 109-113.
- Costa, M. (2016 -actualizado 2020). Pingüino de Penacho Amarillo del Sur *Eudyptes Chrysocome chrysocome* (Forster, 1781). Aves Patagónicas - Proyecto Freebirds www.avespatagonicas.org <https://www.freebirds.com.ar/007.htm>.
- Courtney, A. J., Spillman C. M., Lemos, R. T., Thomas J., Leigh, G. M., y Campbell, A. B. (2015). Physical oceanographic influences on Queensland reef fish and scallops. Fisheries Research and Development Corporation and the Department of Agriculture and Fisheries, Queensland, Canberra.
- Cousseau, M.B y Perrotta, R.G. (2013). Peces marinos de Argentina: Biología, distribución, pesca. 4ª ed. Mar del Plata. Publicaciones especiales INIDEP 193 p.
- Crowell, S. C. (2016). Measuring in-air and underwater hearing in seabirds. In The Effects of Noise on Aquatic Life II (ed. N. A. Popper and A. Hawkins), pp. 1155-1160. New York, NY: Springer-Verlag
- Dalen, J. y Knutsen, G.M. (1987). Scaring effects on fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. pp. 93-102. In: Merklinger, H.M. (Ed). Progress in underwater acoustics. Plenum press: New York.
- Dalen, J. y Raknes, A. (1985). Scaring effects on fish from three-dimensional seismic surveys. Report N° 8504. Institute of Marine Research. Bergen, Norway.
- Dalen, J., Ona, E., Soldal, A. V., y Sætre, R. (1996). Seismic investigations at sea; an evaluation of consequences for fish and fisheries. Institute of Marine Research, Fiskeri og havet, 9: 26 pp.
- Dalen, J., Dragsund, E., y Næss, A. (2007). Effects of seismic surveys on fish, fish catches and sea mammals. Report for cooperation group - fishery industry and petroleum industry, Norway. Dnv energy report - 2007-0512 rev 01. 33pp.
- Davis, R.W., Evans, W.E. y Würsig, B. (2000). Cetaceans, sea turtles and seabirds in the northern gulf of México: distribution, abundance and habitat associations. OCS study mms 2000-03, us dept of the interior, geological survey, biological resources division and minerals management service, Gulf of Mexico ocs region, New Orleans, LA.
- Day, R. D., Mccauley, R., Fitzgibbon, Q. P., y Semmens, J. M. (2016). Assessing the impact of marine seismic surveys on southeast Australian scallop and lobster fisheries. Frdc report 2012/008. University of Tasmania, Hobart, 169 pp.
- Dellacasa, R. F., Rabuffetti, F. L., Tamini, L. L., Falabella V., y Frere, E. Sitios candidatos a AICA marinas: Áreas costeras y pelágicas importantes para la conservación de las aves en el mar argentino. Temas de naturaleza y conservación, Monografía de aves argentinas N° 11. Buenos Aires, Argentina.



Del Hoyo. (2017). Handbook of the birds of the world alive. <https://www.hbw.com/species>.

Del Rio Iglesias, J.L., Acosta Yepes, J., Cristobo Rodriguez, J., Martínez Portela, J., Parra Descalzos, S., Tel, E., Vinas Diéguez, L., Muñoz Recio, A., Vilela Pérez, R., Jiménez, E.E., Patrocinio Ibarrola, T., Rios Lopez, P., Almon Pazos, B., Blanco Pérez, R., Murillo Perez, J., Polonio Povedano, V., Fernandez Feijoo, J., Cabrero Rodríguez, A., Besada Montenegro, M.A.V., Schultze Prado, F., Franco Hernández, A, A., Bargiela Barros, J y García Blanco, X. (2012). Estudio de los ecosistemas marinos vulnerables en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental. Temas de Oceanografía 6, Instituto Español de Oceanografía, 242 pp.

De Ruiter, S., y Larbi Doukara, K. (2012). Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endanger. Species res.* 16, 55–63.

Department of Fisheries (DOF). (2016). Literature review of the potential effects of seismic air gun surveys on marine finfish and invertebrates in western australia. Draft prepared for seismic survey ecological risk assessment.

DFO (Fisheries and Oceans Canada). (2004). Review of scientific information on impacts of seismic sound on fish, invertebrates, marine turtles and marine mammals. – Dfo Can. Sci. Advis. Sec. Habitat status report 2004/002. http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/status/2004/hsr2004_002_e.pdf.

DFO (Fisheries and Oceans Canada). (2011). The marine environment and fisheries of Georges bank, Nova Scotia: consideration of the potential interactions associated with offshore petroleum activities. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. sci.* 2945: XXXV + 492pp.

Di Giacomo, A.S. (Ed.) (2007). Áreas de importancia para la conservación de las aves en argentina. Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires, Argentina. 514 p.

Di Lorio, I. y Clarke, C.W., (2010). Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biol. Lett.*, 6: 51-54.

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay (DINARA) (2015). Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la Plataforma Continental Uruguaya.

Domingo, A., Jiménez, S., Abreu, M., Forselledo, R., y Yates, O. (2017). Effectiveness of tori line use to reduce seabird bycatch in pelagic longline fishing. *PLoS One* 12(9): e0184465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184465>.

Dooling, R.J., leek, M.R., y West, E.W. (2009). Predicting the effects of masking noise on communication distance in birds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 125: 2517.

Dooling, R.J., y Therrien, S.C. (2012). Hearing in birds: What changes from air to water. In: Popper, A.N., y Hawkins, A. (Eds). The effects of noise on aquatic life. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Vol 730. Springer Verlag, New York, pp 77–82.

Dunlop, R. A., Noad, M. J., Cato, D. H., Kniest, E., Miller, P. J. O., Smith, J. N., y Stokes, M. D. (2013). Multivariate analysis of behavioural response experiments in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *J. Exp. Biol.* 216, 759-770. Doi: 10.1242/jeb.071498.

Dunphy, B., Taylor, G., Landers, T., Sagar, R., Chilvers, B., Ranjard, L., y Rayner, M. (2015). Comparative seabird diving physiology: first measures of haematological parameters and oxygen stores in three New Zealand procellariiformes. *Mar Ecol Prog Ser* 523:187–198.

Dunphy BJ, Vickers SI, Zhang J, Sagar RL, Landers TJ, Bury SJ, Hickey AJR, Rayner MJ (2020) Seabirds as environmental indicators: foraging behaviour and ecophysiology of common diving petrels (*Pelecanoides urinatrix*) reflect local-scale differences in prey availability. *Mar Biol* 167:53. <https://doi.org/10.1007/s00227-020-3672-4>



ECOS Consulting (2001) – South East Regional Marine Plan, Impacts on the Natural System, Chapter 4 – Impacts of Petroleum, National Oceans Office, October 2001

Edmonds, N.J., Firmin, C.J., Goldsmith, D., Faulkner, R.C., Daniel y Wood, T. (2016). A review of crustacean sensitivity to high amplitude underwater noise: data needs for effective risk assessment in relation to UK commercial species. *Marine Pollution Bulletin*, 108 (1–2), 5-11. ISSN 0025-326x, doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.006.

Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W., y Silk, J.R.D. (2010). Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proc Natl Acad Sci USA* 107: 2078–2081. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909493107>.

Engås, A., Løkkeborg, S., y Soldal, A.V. (1993) Effects of seismic shooting on catch availability of cod and haddock. *Fisken og havet*, 9, 1993, 117pp. Institute of Marine Research, Norway.

Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E. y Soldal, a.v. (1995). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogramma aeglefinus*). *Can. J. Fish. Sci.* 53: 2238-2249.

Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., y Soldal, A.V. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Can. J. Fish. Sci.* 53: 2238-2249.

Engås, S., y Løkkeborg, S. (2002). Effects of seismic shooting and vessel-generated noise on fish behaviour and catch rates. *Bioacoustics*, 12 (2002), pp. 313-316 [env/bio/files/ct-arlington_memo_12-21-07.pdf](http://env.bio/files/ct-arlington_memo_12-21-07.pdf).

Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, C., y Dooling, R. (2016). Communication masking in marine mammals: a review and research strategy. *Marine Pollution Bulletin*, 103 (1-2), 15-38. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.12.007

Escolar, M. (2010). Variaciones espacio-temporales en la comunidad de invertebrados bentónicos asociada al frente de talud. Equinodermos como caso de estudio. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Ezcurra y Schmidt-Pan American Energy LLCs (2010). Monitoreo de poblaciones y comunidades epibentónicas y demersales de un sector del Golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz. Informe final.

Ezcurra y Schmitt SA. (2013). Estudio de Impacto Ambiental, Social y de Biodiversidad. Adquisición sísmica Offshore 3D, Área 3 - cuenca Punta del Este, República Oriental del Uruguay. Versión final, 377 pp.

Favero, M., y Silva Rodríguez, M.P. (2005). Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la Plataforma Continental Argentina como área de alimentación. *Hornero* V.20 N°1. Buenos Aires ene./ago. 2005 version on line. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0073-34072005000100007.

Ferrara, C.R., Mortimer, J.A., y Vogt, R.C. (2014). First evidence that hatchlings of *Chelonia mydas* emit sounds. *Copeia* 2014, 245–247.

Fenton, M. B., Jensen, F. H., Kalko, E. K.V., y Tyack, P. L. (2014). Sonar signals of bats and toothed whales. En: Surlykke, A., Nachtigall, P. E., Fay, R. R., y Popper, A. N. (Eds.). *Biosonar* (11-59 pp.). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9146-0_2.

Fewtrell, J.L. y Mccauley, R.D., (2012). Impact of air gun noise on the behaviour of marine fish and squid. *Marine Pollution Bulletin* 64 (2012) 984–993.

Finneran, J.J. (2015). Noise-induced hearing loss in marine mammals: a review of temporary threshold shift studies from 1996 to 2015. *The Journal of the Acoustical Society of America* 138:3, 1702-1726. <https://doi.org/10.1121/1.4927418>.

Finneran, J. J. (2016). Auditory weighting functions and TTS/PTS exposure functions for marine

mammals exposed to underwater noise. San Diego, CA 92152-5001, SSC Pacific.

Finneran, J.J., Schlundt, C.E., Branstetter, B.K., Trickey, J.S., Bowman, V., y Jenkins, K. (2015). Effects of multiple impulses from as seismic airgun on bottlenose dolphin hearing and behavior. Journal of the Acoustical Society of America 137:1634-1646. Fish Behaviour and Catch rates. Bioacoustics 12, 31

Fromant, A., Bost, C.A., Bustamante, P., Carravieri, A., Cherel, Y., Delord, K., Eizenberg, Y. H., Miskelly, C.M., Arnould, J.P.Y. (2020). Temporal and spatial differences in the postbreeding behaviour of a ubiquitous Southern Hemisphere seabird, the common diving petrel. R. Soc. Open Sci. 7: 200670. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.200670>

Gausland, I. (2003). Seismic surveys impact on fish and fisheries. Norwegian oil industry association (OLF). 41pp. Available at <http://ebookbrowse.com/gausland-2003-seismic-surveys-impacton-fish-and-fisheries-pdf-d344170381>.

Geraci, J.R. & D.J. St. Aubin. 1987. Effects of offshore oil and gas development on marine mammals and turtles. In: Boesch, D.F. and N.N. Rabalais, eds. Long term environmental effects of offshore oil and gas development. London and New York, NY: Elsevier Applied Science Publ. Ltd. Pp. 587-617.

GESAMP (2002) The 2002 Revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances carried by Ships Rep. Stud. GESAMP No 64. 126pp ISSN 1020-4873 ISBN 92-801-5131-2 <http://gesamp.imo.org>

Gilg, O., Moe, B., Hanssen, S.A., Schmidt, N.M. et al (2013). Trans-equatorial migration routes, staging sites and wintering areas of a high-arctic avian predator: the longtailed skua (*Stercorarius longicaudus*). Plos One 8: e64614. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064614>.

Gordon, J C.D., Douglas, G., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., y Swift, R. (2003). The effects of seismic surveys on marine mammals.

Gordon, J. C. D., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., y Swift, R. (1998). The effects of seismic surveys on marine mammals London, UK workshop government of South Australia (1998). Great Australian Bight marine park management plan. Part management prescriptions. Adelaide, South Australia, Department of Environment, Heritage and Aboriginal Affairs, 1-26.

Gray, H., y Van Waerebeek, K. (2011). Postural instability and akinesia in a pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, in proximity to operating airguns of a geophysical seismic vessel'. J. Nat. Cons. 19 (6), 363-367.

Guerra, A., Gonzalez, A. F., y Richa, F. (2004). A review of records of giant squid in the northeastern Atlantic and severe injuries in *architeuthis dux* stranded after acoustic exploration. ICES, 29:1-17

Guerra, A., Gonzalez, A. F., Pascual, S., y Dawe, E. G. (2011). The giant squid *architeuthis*: an emblematic invertebrate that can represent concern for the conservation of marine biodiversity. Biological Conservation, 144, 1989-1997.

Gotz, T., Hastie, G., Hatch, I., Raustein, O., Southall, B., Tasker, M., Thomsen, F. (2009). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Ospar Commission. London. Recuperado de: https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Anthropogenic_Underwater_Sound_in_the_Marine_Environment.pdf

Goutz, H.M., Berland, B., Leveau, M. and Bertrand, J.C. (1984). Effects of petroleum biodegradation products on phytoplankton growth. Second International Colloquium on Marine Bacteriology, Paris, France, IFREMER

Harrington, J. J., Mcallister, J. y Semmens, J. M. (2010). Assessing the short-term impact of seismic surveys on adult commercial scallops (*Pecten fumatus*). In: Bass Strait. Tasmanian

aquaculture and fisheries institute, University of Tasmania, 2010.

Hassel, A., Knutsen, T., Dalen, J., Skaar, K., Løkkeborg, S., Misund, O.A., Østensen, Ø. Fonn, Hastings, M.C. y Popper, A.N. (2005). Effects of sound on fish. Jones & Stokes under California Department of Transportation Contract N°. 43a0139, task order.

Hawkins, A. D., y Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. ICES Journal of Marine Science, 74(3): 635–651. doi:10.1093/icesjms/fsw205

Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2014). Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *acoust today* 10(2): 30-41.

Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2016). Developing sound exposure criteria for fishes. The effects of noise on aquatic life II. (Springer: New York) 431-439.

Hazel, J., y Gyuris, E. (2006). Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wild. res.* 33, 149–154.

Hewitt, R.P. 1985. Reaction of dolphins to a survey vessel: Effects on census data. *Fishery Bulletin* 83(2):187-193.

Hofman, R. (1995). The changing focus of marine mammal conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(11), 462–465.

Hromádková, T., Pavel, V., Flousek, J., y Briedis, M. (2020). Seasonally specific responses to wind patterns and ocean productivity facilitate the longest animal migration on earth. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 638: 1–12, 2020. <https://doi.org/10.3354/meps13274>.

Imber, M. (1975). Behavior of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notornis* 22, 302-306

International Association of Oil & Gas Producers (OGP). (2010). Water Transport Accident Statistics, Risk Assessment Data Directory, Report No. 434 – 10.

International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF) (2010). Technical Information Paper No 3: Oil Spill Effects on Fisheries.

International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF) (2011) – Fate of Oil Spills, Technical Information Paper No. 2

Jacques Whitford Environment Limited, nfs08932, Strategic Environmental Assessment - Laurentian subbasin (draft), march 13, 2003. Addendum for public review, September 2003.

Jiménez, S., Domingo, A., Abreu, M., y Brazeiro, A. (2011). Structure of the seabird assemblage associated with pelagic longline vessels in the Southwestern Atlantic: Implications for Bycatch. *Endang Species Res* 15:241-254. <https://doi.org/10.3354/esr00378>.

JNCC. (U.K. joint nature conservation committee) (2017). Guidelines for minimizing the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys

Kaifu, K., Akamatsu, T., y Segawa, S. (2008). Underwater sound detection by cephalopod statocyst. *Fish. Sci.* 74, 781–786.

Kaniklides, S. (2014). Effects of volcanic tsunamis on marine mammals. Phd. thesis <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4696.1687>.

Kasumyan, A. O. (2005). Structure and function of the auditory system in fishes. *Journal of Ichthyology*, 45, suppl. 2, s223–s270.

Kasuya, T. 1986. Distribution and behavior of Baird's beaked whales off the Pacific coast of Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 37:61–83.

Ketten, D. R., y Bartol, S. M. (2005). Functional measures of sea turtle hearing. Woods hole oceanographic institution: Onr award N°: n00014-02-1-0510.

- Kopp, M., Peter, H.U., Mustafa, O., Lisovski, S., Ritz, M.S, Phillips, R.A, y Hahn, S. (2011). South polar skuas from a single breeding population overwinter in different oceans though show similar migration patterns. *Mar Ecol Prog Ser* 435:263-267. <https://doi.org/10.3354/meps09229>.
- Kostyuchenko, L. (1973). Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting on fish eggs in the black sea. *Hydrobiol. j.* 9, 45–48.
- Krüger, L., Pereira, J. M., Ramírez, I., Ramos, J.A., y Paiva, V.H. (2018). How the future climate may modulate the non-breeding distribution of a vulnerable gadfly petrel. *Mar Ecol Prog Ser* 599:253-266. <https://doi.org/10.3354/meps12637>.
- Krüger, L., Paiva, V.H., Colabuono, F.I., Petry, M.V., Montone, R.C., y Ramos, J.A. (2016). Year-round spatial movements and trophic ecology of trindade petrels (*Pterodroma arminjoniana*). *J. Field Ornithol.* 87, 404-416. <https://doi.org/10.1111/jof.12175>.
- Kylin, H. (2013). First report of an association between birds and a feeding pygmy right whale *Caprea marginata*. *Ornis Svecica* 23, 117–122.
- La Bella, G., Cannata, S., Frogli, C., Modica, A., Ratti, S., y Rivas, G. (1996). First assessment of effects of air-gun seismic shooting on marine resources in the central Adriatic Sea. Society of Petroleum Engineers, paper spe 23782.
- Ladich, F. y Fay, R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Rev. Fish biol. fish.* 23, 317–364.
- Laist, D. 1997. Impacts of marine debris: Entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Coe, J.M. and D.B. Rogers, eds. *Marine debris: Sources, impacts, and solutions*. Springer, New York. Pp. 99-139.
- Lavender, A.L., Bartol, S.M., y Bartol, I.K. (2014). Ontogenetic investigation of underwater hearing capabilities in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) using a dual testing approach. *J. Exp. Biol.* 217, 2580-2589.
- Lechner, W. y Ladich, F. (2008). Size matters: diversity in swimbladders and weberian ossicles affects hearing in catfishes. *J. Exp. Biol.* 211, 1681-1689.
- Lenhardt, M. (1994). Seismic and very low frequency sound induced behaviors in captive loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*). Proceedings of the fourteenth annual symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA technical memorandum nmfs-sefsc-351, pp. p238–p241.
- Løkkeborg, S. (1991). Effects of a geophysical survey on catching success in longline fishing. *ICES (CM)* b: 40.
- Løkkeborg, S. & Soldal, A.V. (1993). The influence of seismic exploration with airguns on cod (*gadus morhua*) behaviour and catch rates. *ICES Mar. Sci. Symp.* 196: 62-67.
- Løkkeborg, S., Ona, E., Vold, A., y Salthaug, A. (2012). Sounds from seismic air guns: gear-and species-specific effects on catch rates and fish distribution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69:1278-1291.
- Lovrich, G. (1997). La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Invest. Mar., Valparaíso*, 25: 41-57.
- Lovrich, G.A., Tapella, F., Romero, M.C., y Schvezov, N. (2014). El recurso centolla hoy: Una perspectiva científica dentro de la problemática intersectorial. Technical Report, DOI: 10.1314021.131.3600.
- Lutcavage, M.E., P. Plotkin, B. Witherington. and P.L. Lutz. (1997). Human impacts on sea turtle survival. Pages 387-409 in P.L. Lutz and J.A. Musick, eds. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, FL



- Macchi, G. J., Martos, P., Reta, R. y Dato, C. (2010). Offshore spawning of the argentine hake (*Merluccius hubbsi*) patagonian stock. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5(1), 22-35.
- Maniwa, Y. (1976). Attraction of bony fish, squid and crab by sound. 271-283 pp. In: Schuijf, A. y Hawkins, A.D. (Ed.). *Sound Reception in Fish*. Elsevier, Amsterdam.
- Mann, D.A., Higgs, D.M., Tavalga, W.N., Souza, M.J. y Popper, A.N. (2012). Ultrasound detection by clupeiform fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America* 109: 3048-3054.
- Mann, D.A., Lu, Z., Hastings, M.C. y Popper, A.N. (1998). Detection of ultrasonic tones and simulated echolocation clicks by a teleost fish, the American shad (*Alosa sapidissima*). *Journal of the Acoustical Society of America* 104:562-568.
- Martin, G.R. (2017). *The sensory ecology of birds*. Oxford avian biology series. Oxford University press. 320 pp. ISBN: 9780199694532.
- Martin, G.R. y Crawford, R. (2015). Reducing bycatch in gillnets: A sensory ecology perspective. *Global Ecology and Conservation*, 3, 28–50.
- Martin, K.J., Alessi, S.C., Gaspard, J.C., Tucker, A.D., Bauer, G.B., Mann, D.A. (2012). Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*): A comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. *J. Exp. Biol.* 215, 3001–3009.
- Milton, S., P. Lutz, & G. Shigenaka. (2003). Oil toxicity and impact on sea turtles. In: *Oil and sea turtles: Biology, planning, and response*. U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Office of Response and Restoration. Reprinted July 2010. Pp. 35-47.
- McCauley, R. D. (1994). "Seismic surveys" in environmental implications of offshore oil and gas development in Australia—The findings of an independent scientific review, Edited by: Swan., J. M., Neff, J. M., y Young, P. C. Australian Petroleum Exploration Association, Sydney, pp. 19–122.
- McCauley, R. D., Fewtrell, J., Duncan, A., Jenner, C., Jenner, M. N, Penrose, J. D., Prince, R.I.T, Adhitya, A., Murdoch, J. y McCabe, K. (2000a). Marine seismic surveys: analysis and propagation of air-gun signals; And effects of exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. Centre for Marine Science and Technology Perth, WA CMST r99-15.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y McCabe, K. (2000b). Marine seismic surveys – A study of environmental implications. *Appea J* 40: 692–706.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y McCabe, K. (2000a). Marine seismic surveys: Analysis and propagation of airgun signals; and effects of airgun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. En: *Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia: Further research*. Australian petroleum production exploration, Canberra. 364-521. <http://cmst.curtin.edu.au/wp-content/uploads/sites/4/2016/05/mccauley-et-al-seismic-effects-2000.pdf>.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., y Popper, A.N. (2003). High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113:638-642.
- McCauley, R. D., Day, R., Swadling, K., Fitzgibbon, Q., Watson, R., y Semmens, J. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton.
- Melcon, M., Reyes, V., y Iñíguez, M. (2019). Bioacoustic techniques applied to odontocete conservation and management in Argentina. En: Rossi-santos, M. R, Finkl, C.W. *Advances in marine vertebrate research in Latin America*. Springer, ISBN: 978-3-319-56985-7. <https://www.springerprofessional.de/en/bioacoustic-techniques-applied-to-odontocete-conservation-and-ma/14209896>.
- Miller, P.J. O., Johnson, M. P., Madsen, P., Biassoni, T, Quero, N, M. y Tyack, P.L. (2009). 'Using

at-sea experiments to study the effects of airguns on the foraging behaviour of sperm whales in the Gulf of México'. Deep-sea Research I 56 (7), 1168–1181.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp

Moein-Bartol et al., 1999 Moein Bartol, S. and musick, J.A., (2003). Sensory biology of sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., y Wyneken, J. (Eds). The Biology of Sea Turtles, Vol 2. Crc press, Boca Raton, FL: 79–102.

Montalti, D., y Orgeira, J.L. (1997). White-faced storm petrels pelagodroma marina in the Southwestern Atlantic Ocean and south of Tierra del Fuego. Marine Ornithology 25:67.

Montgomery, J.C., Jeffs, A., Simpson, S.D., Meekan, M., y Tindle, C. (2006). Sound as an orientation cue for the pelagic larvae of reef fishes and decapod crustaceans. In: Alan, J.S., and David, W.S. (Eds.), Advances in Marine Biology. Academic press, pp. 143–196.

Mooney, A.S., Larsen, O.N., kirstin, A., Hansen, M., Wahlberg, M., y Rasmussen, H. (2019). Field-based hearing measurements of two seabird species. Journal of Experimental Biology 222, jeb190710 DOI: 10.1242/jeb.190710

Morandi, A., Berkman, S., Rowe, J., Balouskus, R., Etkin, D.S., Moelter, C., y Reich, D. (2018). Environmental sensitivity and associated risk to habitats and species on the pacific west coast and Hawaii with offshore floating wind technologies; Volume 1: Final report. US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Pacific OCS region, Camarillo, CA. OCS study boem 2018-031. 100 p.

Moriyasu, M., Allain, R., Benhalima, K. y Claytor, R. (2004). Effects of seismic and marine noise on invertebrates: a literature review. Canadian science advisory secretariat. Research document 2004/126

Morris, C.J., Cote, D., Martin, B., y Kehler, D. (2018). Effects of 2D seismic on the snow crab fishery. Fisheries research 197: 67-77. doi.org/10.1016/j.fishres.2017.09.012

Mosbech, A., Dietz, R., y Nymand, J. (2000). Preliminary environmental impact assessment of regional offshore seismic surveys in Greenland. Arktisk miljø / Arctic environmental 2nd ed. National Environmental Research Institute, Denmark. 25 pp. Research notes from Neri N°: 132.

Moulton, V.D., y Holst, M. (2010). Effects of seismic survey sound on cetaceans in the northwest Atlantic. Environmental Studies Research Funds Report N° 182. St. John's. 28p.

Murdoch, J. y McCabe, C. (2000). Marine seismic surveys: analysis and propagation of air gun signals; and effects of air-gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. – prepared for the Australian petroleum production and exploration association. Project cmst 163, report r99-15. Curtin University of Technology. http://www.curtin.edu.au/curtin/centre/cmst/publicat/mccauley_seismic_effects_2000.zip.

Myrberg, A.A., Spanier jr., E., y Ha, S.J. (1978). Temporal patterning in acoustical communication. pp. 137–179. In: Reese, E.S. y Lighter, F.J. (Ed.). Contrasts in Behavior, Wiley-interscience, New York.

Myrberg jr., A.A. (2001). The acoustical biology of elasmobranchs. Environ. Biol. Fish 60.

Nakken, O. (1992). Scientific basis for management of fish resources with regard to seismic exploration. Proceedings of Petropiscis II, Bergen Norway.

Navarro, J., Cardador, L., Brown, R. et al. (2015). Spatial distribution and ecological niches of non-breeding planktivorous petrels. Sci Rep 5, 12164. <https://doi.org/10.1038/srep12164>.

Nedwell, J. R., Needham, K., Turnpenny, A.W.H., y Thompson, D. (1999). Measurement of sound during a 3d seismic survey in blocks 14/14a of the North Sea. Subacoustech Report Reference: 356r0108, February 1999.



Nelms, S.E., Piniak, W.E.D., Weir, C.R., y Godley B.J. (2016). Seismic surveys and marine turtles: an underestimated global threat? *Biological Conservation* 193 (2016) 49–65. DOI: 10.1016/j.biocon.2015.10.020

NMFS National Marine Fisheries Service. (2018). 2018 revisions to: Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing (version 2.0): Underwater thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum nmfs-opr-59, 167 p.

NOAA, 2016. Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. Final Environmental Impact Statement (FEIS). Volume 2

NOAA, 2019. Takes of Marine Mammals Incidental to Specified Activities; Taking Marine Mammals Incidental to THwaites Offshore Research (THOR) Project in the Amundsen Sea, Antarctica. Federal Register / Vol. 84, No. 244

Orgeira, J. L. (2001). Distribución espacial de densidades de aves marinas en la Plataforma Continental Argentina y Océano Atlántico Sur. *Ornitología Neotropical* 12, 45-55.

Packard, A., Karlsen, H. E., y Sand, O. (1990). Low frequency hearing in cephalopods. *Journal of comparative Physiology a*, 166, 501–505.

Parks, S.E., C.W. Clark, and P.L. Tyack. 2007. Short- and long-term changes in right whale calling behavior: The potential effects of noise on acoustic communication. *Journal of the Acoustical Society of America* 122(6):3725-3731.

Pastor-Prieto, M., Ramos, R., Zajková, Z., Reyes-González, J.M., Rivas, M.L., Ryan, P.G., González-Solís, J. (2019). Spatial ecology, phenological variability and moulting patterns of the endangered Atlantic petrel *Pterodroma incerta*. *Endang Species Res* 40,189-206. <https://doi.org/10.3354/esr00991>.

Parente, C.L, Lontra, J. D., y Araújo, M.E. (2006). Occurrence of sea turtles during seismic surveys in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 6(1). DOI: 10.1590/s1676-06032006000100004.

Parry, G. D. y Gason, A. (2006). The effect of seismic surveys on catch rates of rock lobsters in western victoria, Australia. *Fisheries Research* 79:272-284.

Parry, G. D., Heislors, S., Werner, G. F., Asplin, M. D., y Gason, A. (2002). Assessment of environmental effects of seismic testing on scallop fisheries in Bass Strait. Marine and Freshwater Resources Institute. Report N°: 50.

Pearson, W.H., Skalski, J.R., y Malme, C.I. (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on behavior of captive rockfish (sebastes spp.). *Can J Fish Aquat Sci* 49, 1343-1356.

Peña, H., Handegard, N. O. y Ona, E. (2013). Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 70, 1174-1180.

PGS (2018). Duntroon Multi-client 3D and 2D Marine Seismic Survey Environment Plan (EPP-41, EPP-42, EPP-45 & EPP-46)

Phillips, R.A., Catry, P., Silk, J.R.D., Bearhop, S., McGill, R., Afanasyev, V., y Strange, I.J. (2007). Movements, winter distribution and activity patterns of Falkland and brown skuas: Insights from loggers and isotopes. *Marine Ecology-Progress Series* 345, 281-291.

Pichegru, L, Nyengera, R, Mcinnes, A.M., y Amp; Pistorius p. (2017). Avoidance of seismic survey activities by penguins. *Nature scientific Reports* 7: 16305. DOI:10.1038/s41598-017-16569-x.

Pidcock, S., Burton, C., y Lunney, M. (2003). The potential sensitivity of marine mammals to mining and exploration in the Great Australian Bight marine park marine mammal protection zone. An Independent Review and Risk Assessment Report to Environment Australia, June 2003.

Pirotta, E., Matthiopoulos, J., Mackenzie, M., Scott-Hayward, L., y Rendell, I. (2011). Modelling sperm whale habitat preference: A novel approach combining transect and follow data. *Marine*

Ecology Progress Series, 436, 257–272.

Piniak, W., Eckert, S., Harms, C., y Stringer, E. (2012a). Underwater hearing sensitivity of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*): Assessing the potential effect of anthropogenic noise. In: U.S Department of the Interior Bureau of Ocean Energy Management (Ed.), U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, Herndon, VA. OCS study boem 2012-01156.

Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A., y Harms, C.A., (2012b). Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., y Hawkins, A.D. (Eds.). The effects of noise on aquatic life, pp. 83–87.

Popper, A. N., y Fay, R. R. (1997). Evolution of the ear and hearing: issues and questions. Brain Behav. Evol. 50.

Popper, A. N., Plachta, D.T.T., Mann, D.A., y Higgs, H. (2004). Response of clupeid fish to ultrasound: A review. ICES Journal of Marine Science, 61 (7), 1057-1061.

Popper, A. N., Carlson, T. J., Hawkins, A. D., Southall, B. L. y Gentry, R. L. (2006). Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper. In: Report to the Fisheries Hydroacoustic Working Group, California Department of Transportation, USA, 15 pp.

Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W., Gentry, R., Halvorsen, M., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B., Zeddis, D., y Tavalga, W. (2014). Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ansi-accredited standards committee s3/sc1 and registered with ANSI. 978-3-319-06658-5. springer international publishing.

Popper, A.N., y Fay, R.R. (2010). Rethinking sound detection by fishes.hear. Res. DOI: 10.1016/j.heares.2009.12.023.

Popper, A.N., y Fay, R.R. (2011). Rethinking sound detection by fishes. Hear. Res. 273, 25–36.

Popper, A.N., Salmon, M., y Horch, K.W. (2001). Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. J. Comp. Physiol. a Sens. Neural Behav. Physiol. 187, 83-89.

Poot, H.; Ens, B.J.; de Vries, H.; Donners, M.A.H.; Wernand, M.R.; Marquenie, J.M. (2008). Green light for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13: 47.

Portela, J., Acosta, J., Cristobo, J., Muñoz, A., Parra, S., Ibarrola, T., Del Rio, J.L., Vilela, R., Rios, P., Blanco R., Amon, B., Tel, E., Besada, V., Viñas, L., Polonio, V., Barba, M., y Marín, P.(2012). Management strategies to limit the impact of bottom trawling on vmes in the high seas of the SW Atlantic. En: Cruzado, A. (Ed.). Marine ecosystem. INTECH: 199-228.

Prideaux, G. (2016). Technical support information to the CMS family guidelines on environmental impact assessments for marine noise-generating activities. Convention on Migratory Species of Wild Animals, Bonn. ISBN 978-0-646-96011-1.

Przeslawski, R., Bruce, b., Carroll, A., Anderson, J., Bradford, R., Durrant, A., Edmunds, M., Foster, S., Huang, Z., Hurt, L., Lansdell, M., Lee, K., Lees, C., Nichols, P. y Williams, S. (2016). Marine seismic survey impacts on fish and invertebrates: final report for the gippsland marine environmental monitoring project. Record 2016/35. Geoscience Australia, Canberra.

Purser, J. and A.N. Radford. (2011). Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). PloSone 6(2):1-8.

Putland, R. L., Montgomery, J.C y Radford, C. A. (2019). Ecology of Fish Hearing. J. Fish Biol., 95, 39–52.

Putz, K., Smith, J.G., Ingham, R.J., y Luthi, B.H. (2002). Winter dispersal of Rockhopper Penguins *Eudyptes chrysocome* from the Falkland Islands and its implications for conservation. Mar Ecol Prog Ser 240:273–284.



- Quillfeldt, P., Cherel, Y., Masello, J.F., Delord, K., McGill, R.A.R, Furness R.W, et al. (2015). Half a World Apart? Overlap in Nonbreeding Distributions of Atlantic and Indian Ocean Thin-Billed Prions. PLoS One 10(5): e0125007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125007>.
- Quillfeldt, P., Masello, J. F., McGill, R. A., Adams, M., y Furness, R. W. (2010). Moving polewards in winter: A recent change in the migratory strategy of a pelagic seabird?. Front. Zool. 7, 15.
- Quillfeldt P, Cherel Y, Masello JF, Delord K, McGill RAR, Furness RW, et al. (2015) Half a World Apart? Overlap in Nonbreeding Distributions of Atlantic and Indian Ocean Thin-Billed Prions. PLoS ONE 10(5): e0125007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125007>
- Quillfeldt, P., Moodley, Y., Weimerskirch, H. et al. (2017). Does genetic structure reflect differences in non-breeding movements?. A case study in small, highly mobile seabirds. BMC Evol Biol 17, 160. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1008-x>.
- Quintana, F., Schiavini, A., y Copello, S. (2005). Estado poblacional, ecología y conservación del Petrel Gigante del Sur (*Macronectes giganteus*) en Argentina. Hornero 020 (01): 025-034.
- Ramírez, F.C., y Sabatini, M.E. (2000). The occurrence of calanidae species in waters off Argentina. Hidrobiología 439:21–42.
- Ramos, R., Carlile, N., Madeiros, J, et al. (2017). It is the time for oceanic seabirds: Tracking year-round distribution of gadfly petrels across the Atlantic Ocean. Diversity Distrib. 2017; 23: 794–805. <https://doi.org/10.1111/ddi.12569>
- Rebolledo, R. (2009). Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales. Teledetección: aguas y desarrollo sostenible. XIII congreso de la asociación española de teledetección. Calatayud, 23-26 de septiembre de 2009. pp 229-232. Editores: salomón montesinos aranda y Lara Fernandez fornos.
- Redondo, L., y Ruiz Mateo, A. (2017). Ruido subacuático: Fundamentos, fuentes, cálculo y umbrales de contaminación ambiental. Revista digital del CEDEX, (186), 73. Recuperado a partir de <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/28>.
- Reich, D. A., Balouskus, R., French McCay, D., Fontenault, J., Rowe, J., Singer-Leavitt, Z., Etkin, D.S., Michel, J., Nixon, Z., Boring, C., McBrien, M., y Hay, B. (2014). Assessment of marine oil spill risk and environmental vulnerability for the state of Alaska. Prepared by RPS ASA, Environmental Research Consulting, Research Planning, Inc., and The Louis Berger Group, Inc. for the National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Contract Number: WC133F-11-CQ-0002.
- Richardson, AJ, Matear, and R. J., y Lenton, A. (2017). Potential impacts on zooplankton of seismic surveys. Csiro, Australia. 34 pp.
- Richardson, W. J., Greene jr., C. R., Malme, C. I., y Thomson, D. H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press, San Diego, CA.
- Ridgeway, S.H. et al. 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. Proc. Nat. Acad. Sci. 64: 884.
- Rocha, F., Guerra, A., y González, A. F. (2001). A review of reproductive strategies in cephalopods. Biological Reviews, 76, 291-304
- Romero, M.V., Schekter, L. y Bremec, C.S. (2017). Epibiosis y bioerosión en invertebrados bentónicos marinos. En: Bremec, C.S y Giberto, D.A. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero de la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 109-129.
- Russell, .2018. Assessing the impact of seismic surveys on South African fisheries. Technical Document elaborated for the Responsible Fisheries Alliance.
- Sabatini, M.E., y Alvarez Colombo, G.L. (2001). Seasonal pattern of zooplankton biomass in the Argentinian shelf off southern Patagonia (45–55s). Scientia Marina 65, 21–31.

- Sadé, J., Handrich, Y., Bernheim, J., y Cohen, D. (2008). Pressure equilibration in the penguin middle ear. *Acta Oto-Laryngol* 128:18–21.
- Santulli, A., Modica, A., Messina, C., Ceffa, L., Curatolo, A., Rivas, G., Fabi, G., D' Amelio, V., Skalksi Jr, Pearson, W.H., y Malme, C.I (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (sebastes spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49, 1357-1365.
- Santulli, A., Modica, A., Messina, C., Ceffa, L., Curatolo, A., Rivas, G., Fabi, G., y D' Amelio, v. 1999. Biochemical responses of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) to the stress induced by off shore experimental seismic prospecting. *Mar. Pollut. Bull.*, 38, 1105–1114.
- Sarà, G., J.M. Dean, D. D'Amato, G. Buscaino, A. Oliveri, S. Genovese, S. Ferro, G. Buffa, M. Lo Martire, and S. Mazzola. (2007). Effect of boat noise on the behaviour of bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 331:243-253.
- Savigny, C., Caille G., González R., y Harris, G. (2005). El petrel de trinidad (*Pterodroma arminjoniana*) en el Golfo de San Matías: Una nueva especie para Argentina. *Hornero*, 20(2), 183-186.
- Schejter, L y Bremec, C. (2013). Composition, richness and characterization of the benthic community in a non-fished área at the Patagonia Scallop Fishing grounds, Argentina. En 19 th. International Pectinid Workshop, Florianópolis, Brasil. Resúmenes: 124-125.
- Schejter, L., Bremec, C.S., Escolar M. y Giberto, D.A. (2017). Plataforma externa y talud continental. En Bremec, C.S. y Giberto, D. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero en la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar Del Plata: 57-75.
- Schejter, L., Escolar, M., Marecos, A. y Bremec, C. (2013). Seventeen years assesing biodiversity at *Zygochlamys patagónica* fishing grounds in the shelf break system, Argentina. En: 19 th. International Pectinid Workshop, Florianópolis, Brasil, Resúmenes: 46-47.
- Schejter, L., López Gappa, J. y Bremec, C. (2014). Epibiotic relationships on *Zygochlamys patagónica* (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae) increase biodiversity in a submarine canyon in Argentina. *Deep-Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.)*, 104; 252-258.
- Schejter, L., y Mantellatto, F. (2015). The hermit crab *Sympagurus dimorphus* (Anomura: Parapaguridae) at the edge of its range in the SW Atlantic Ocean: population and morphometry features. *J. Nat. Hist.* 49: 2055-2066.
- Seco Pon, J.P., Weinecke, B., y Robertson, G. (2007). First record of salvini's albatross (*Thalassarche salvini*) on the Patagonian shelf. *Notornis* 54, 49-51.
- Seco Pon, J.P., y Tamini, L. (2013). New records of shy-type albatrosses *Thalassarche cauta/t. steadi* off the argentine continental shelf. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 214, 263-268. http://www.revbrasilornitol.com.br/bjo/article/view/5404/pdf_856.
- Seco Pon, J.P., Romanelli, J., Bagnato, R., Farias, N., Perez Salles, S., Quesada, G., Webb, J., y Hernandez, M.M. (2019). Aves marinas y sismicas 2D en Argentina. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Poster
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. SAYDS (2019a). Guía para la elaboración estudios de impacto ambiental.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. SAYDS (2019b). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Recuperado de <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf> en mayo de 2020.
- Sekiguchi, H., y Terazawa, T. (1997). Statocyst of *jasus Edwardsii pueruli* (crustacea, palinuridae), with a review of crustacean statocysts. *Mar. Freshw. Res.* 48, 715–720.



- Shane, S.H., R.S. Wells, and B. Würsig. (1986). Ecology, behavior, and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Marine Mammal Science* 2(1):34-63.
- Sick, H. (2001). *Ornitología brasileira* 2a ed. Editorial nova fronteira, Rio de Janeiro. 910 pp.
- Sivle, L. D., Kvadsheim, P. H., Curé, C., Isojunno, S., Wensveen, P.J., Lam, F. P. A., Visser, F., Kleivane, L., Tyack, P.L., Harris, C. M. et al. (2015). Severity of expert-identified behavioural responses of humpback whale, minke whale, and northern bottlenose whale to naval sonar. *Aquat. Mamm.* 41, 469-502. doi:10.1578/am.41.4.2015.469.
- Skalski, J.R., Pearson, W.H. y Malme, C.I. (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1357–1365.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., y Ona, E. (2004). Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fish Res* 67:143– 150.
- Solan, M., Hauton, C., Godbold, J.A., Wood, C.L., Leighton, T.G. y White, P. (2016). Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties. *Scientific Reports* 6, 20540. DOI:10.038/srep20540
- Solé Carbonell, M. (2012). Statocyst sensory epithelia ultrastructural analysis of cephalopods exposed to noise. Phd. University of Cataluña. 183 pp.
- Solé, M., Lenoir, M., Durfort, López-Bejar, M., Lombarte, M., Van Der Schaar, A., y André, M. (2013). Does exposure to noise from human activities compromise sensory information from cephalopods statocysts. *Deep-sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 95, 160–181.
- Southall, B.L, Finneran, J.J, Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T, Nowacek D.P., y Tyack, P.K. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic mammals* .45(2):125-232, doi:10.1578/am.45.2.2019.125.
- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T, Finneran, J., Gentry, R., Green, C.R, Kastak, C.R, Ketten, D.R, Miller, J.H, Nachtigall, P.E, Richardson, W.J, Thomas, J.A., y Tyack P.L. (2007). Marine mammal noise exposure criteria. *Aquatic mammals* 33, 411–521. <https://doi.org/10.1578/am.33.4.2007.411>,
- Stadler, J. H., y Woodbury, D. P. (2009). Assessing the effects to fishes from pile driving: application of new hydroacoustic criteria. Inter-noise, Ottawa Ontario, Canada. Available at <ftp://167.131.109.8/techserv/geoenvironmental/biology/hydroacoustic/references/literature%20references/stadler%20and%20woodbury%202009.%20%20assessing%20the%20effects%20to%20fishes%20from%20pile%20driving.pdf>.
- Stone, C.J. (2003). The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000. Jncc report N° 323.
- Stone, C.J., y Tasker, M.L. (2006). The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management* 8, 255–263.
- Stortini, C. H., Shackell, N. L., y O'Dor, R. K. (2015). A decision-support tool to facilitate discussion of no-take boundaries for Marine Protected Areas during stakeholder consultation processes. *Journal for Nature Conservation*, 23, 45–52.
- Syrová, M., Hromádková, T., Pavel, V. et al. (2020). Responses of nesting Arctic terns (*Sterna paradisaea*) to disturbance by humans. *Polar Biol* 43, 399–407. <https://doi.org/10.1007/s00300-020-02641-2>.
- Thornborough, K., Hannah, L., St. Germain, C., O. M. (2017). A framework to assess vulnerability

of biological components to ship-source oil spills in the marine environment. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/038. VI + 24 p.

Tomajka, J. 1985. The influence of petroleum hydrocarbons on the primary production of the Danube River plankton. *Acta Hydrochimie-Hydrobiologie* 13(615-618).

Turnpenny, W. H. y Nedwell, J. R. (1994). The effects on marine fish, diving mammals and birds of underwater sound generated by seismic surveys. Consultancy Report proposed by ukooa by fawley aquatic research laboratories ltd.

Tyack, P. L., Zimmer, W. M. X., Moretti, D., Southall, B. L., Claridge, D. E., Durban, J. W., Clark, C. W., D' Amico, A., Dimarzio, N., Jarvis, S. et al. (2011). Beaked whales respond to simulated and actual navy sonar. *Plos One* 6, e17009. doi:10.1371/journal.pone.0017009.

USGS, 2011. Programmatic Environmental Impact Statement/ Overseas Environmental Impact Statement for marine seismic research funded by the National Science Foundation or Conducted by the U.S. Geological Survey

van Waerebeek, K., A.N. Baker, F. Félix, J. Gedamke, M. Iñiguez, G.P. Sanino, E. Secchi, D. Sutaria, A. van Helden, and Y. Wang. (2007). Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 6(1):43-69

Veit, R. R. (1985). Long-tailed jaegers wintering along the Falkland current. *Am. Birds* 39: 873–878. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/nab/v039n05/p00873-p00878.pdf>.

Veit, R. R. (1995). Pelagic communities of seabirds in the South Atlantic Ocean. *Ibis*, 137: 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.1995.tb03213.x>.

Veit, R. R. 1988. Spatial dispersion patterns of antarctic seabirds. Phd thesis. Irvine: University of California

Walsh (s/f). Sensibilidad Ambiental y Social – EIAS de la Prospección Sísmica 2D en los Lotes 123 y 124

Wardle, C.S., Carter, T.J., Urquhart, G.G., Johnstone, A.D.F., Ziolkowski, A.M., Hampson, G., Mackie, D. (2001). Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research*.

Wartzok, D. y Ketten, D. (1999). Marine mammal sensory systems. En: Reynolds, J. y Rommel, S. *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution press.

Webster, F.J., Wise, B.S., Fletcher, W.J. y Kemp, H. (2018). Risk assessment of the potential impacts of seismic air gun surveys on marine finfish and invertebrates in Western Australia. Fisheries Research Report N° 288 department of primary industries and regional development, Western Australia. 42 pp.

Weimerskirch, H., Tarrux, A., Chastel, O., Delord, K., Cherel, Y., y Descamps, S. (2015). Population-specific wintering distributions of adult south polar skuas over three oceans. *Mar Ecol Prog Ser* 538:229-237. <https://doi.org/10.3354/meps11465>.

Weinhold, R.J., y Weaver, R.R. (1972). Seismic airgun effects on immature coho salmon. Contribution to the 42nd annual meeting of the society of exploration geophysicists, Anaheim, California

Weir, C.R. (2007). Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola. *Marine turtle newsletter* 116, 17-20. <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn116/mtn116p17.shtml>.

Wiese, F.K. & I.L. Jones. (2001). Experimental support for a new drift block design to assess seabird mortality from oil pollution. *The Auk* 118(4):1062-1068.



Wiese, F.K.; Montevecchi, W.A.; Davoren, G.K.; Huettmann, F.; Diamond, A.W.; Linke, J. (2001). Seabirds at risk around offshore oil platforms in the north-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 42: 1285-1290.

Woodbury, D., y Stadler, J. (2008). A proposed method to assess physical injury to fishes from underwater sound produced during pile driving. *Bioacoustics* 17, 289-291.

Worcester, T. (2006). Effects of seismic energy on fish: a literature review. CSAS Canadian Science Advisory Secretariat. Research document 2006/092. 62 pp.

Worcester, T., y Parker, M. (2010). Ecosystem status and trends report for the Gulf of Maine and Scotian shelf. dfo can. sci. advis. sec. res. doc. 2010/070. VI + 59 p.

Yost, W. (2007). Fundamentals of hearing: An introduction. Academic press, New York.

Young, C.M., Sewell, M.A., y Rice, M. (2006). Atlas of marine invertebrate larvae. Academic press.

Wright, K., Higgs, D., y Leis, J. (2011). Ontogenetic and interspecific variation in hearing ability in marine fish larvae. *Mar Ecol Prog Ser* 424, 1-13.

Würsig, B., S.K. Lynn, T.A. Jefferson, and K.D. Mullin. (1998). Behaviour of cetaceans in the northern Gulf of Mexico relative to survey ships and aircraft. *Aquat. Mamm.* 24(1):41-50.

Zimmer, W.M.X y Tyack, P.L. (2007). Repetitive shallow dives pose decompression risk in deep-diving beaked whales. *Marine Mammal science*, 23: 888-925. DOI:10.1111/j.1748-7692.2007.00152.x




PAGINAS WEB CONSULTADAS

OBIS, Sistema de Informacion sobre Biodiversidad Oceanica (Ocean Biogeographic Information System). <https://www.obis.org/>

Seabird tracking database <http://www.seabirdtracking.org/mapper/index.php>.

ANEXO I – ANTECEDENTES ADICIONALES



| | Adult/juvenile fish | Fish eggs/larvae | Elasmobranchs |
|-----------------------------|---|---|---|
| |  |  |  |
| PHYSICAL | | | |
| Swim bladder damage | 1,2 | | |
| Otolith/inner ear damage | 3 | 4 | |
| Temporal Threshold Shift | 5 | 1a,3a | |
| Permanent Threshold Shift | 5 | | |
| Organ/tissue damage | 1,2,6 | | |
| Mortality | 1,2,6-11 | 12-14 | 13,15 |
| BEHAVIOURAL | | | |
| Startle/alarm response | 1,8a | 6,7,8a,9,16,17 | |
| Sound avoidance/emigration* | 9,18-20 | 7,12,16-18,21-23,24a | 18 |
| Other changes in swimming | 20 | | |
| Predator avoidance | | | |
| Foraging | | | |
| Reproduction | | | |
| Intraspecific communication | | | |
| PHYSIOLOGICAL | | | |
| Metabolic rates | | | |
| Stress bio-indicators | 16 | 6a | 10a |
| Metamorphosis/settlement | | | |
| CATCH EFFECTS | | | |
| Catch rates/abundance | 7,19,25,26 | 21-23 | 12,18,23,27,28 |
| | | | 28 |

1= Popper et al. 2005; 2= Popper et al. 2016; 3= Song et al. 2008; 4= McCauley et al. 2003; 5= Hastings and Miksis-Olds 2012; 6= Santulli et al. 1999; 7= Hassel et al. 2004; 8= Boeger et al. 2006; 9= Wardle et al. 2001; 10= Radford et al. 2016; 11= McCauley and Kent 2012; 12= Dalen and Knutsen 1987; 13= Booman et al. 1996; 14= Payne et al. 2009; 15= Kostyuchenko 1973; 16= McCauley et al. 2000; 17= Pearson et al. 1992; 18= Løkkeborg et al. 2012; 19= Pickett et al. 1994; 20= Peña et al. 2013; 21= Skalski et al. 1992; 22= Slotte et al. 2004; 23= Engås et al. 1996; 24= Chapman and Hawkins 1969; 25= Miller and Cripps 2013; 26= Thomson et al. 2014; 27= Løkkeborg and Soldal 1993; 28= Przeslawski et al. in prep.

1a: Statistically significant hearing loss immediately upon exposure of freshwater adult Northern Pike to 5 pulses at 400 Hz and exposure of Lake Chub to 5 and 20 pulses at 200, 400 and 1600 Hz. Recovery within 18 hrs. A shift was observed only in adults and not in juvenile Pike.

3a: Adult freshwater Northern Pike and Lake Chub exhibited temporary hearing loss, but no damage to the sensory epithelia studied in any of the otolithic end organs, demonstrating that hearing loss in fishes is not necessarily accompanied by morphological effects on the sensory hair cells.

8a: Repeated exposure to air guns resulted in increasingly less obvious startle responses in effected fish, indicating possible habituation to the disturbance.

10a: Fish exposed to playbacks of pile-driving or seismic noise for 12 weeks no longer responded with an elevated ventilation rate to the same noise type, and showed no differences in stress, growth or mortality compared to those reared with exposure to ambient-noise playback.

24a: Free ranging Whiting school responded to airgun sound by shifting downward, temporary habituation was observed after one hour of continual sound exposure.









* Includes changes in vertical/horizontal distribution.

* Freshwater/brackish species.

KEY

| | | | |
|---|--|--|---|
| | Response at realistic exposure levels | | Possible response (conflicting results) |
| | Response at unrealistic/unknown exposure levels | | No data, has not been tested |
| | No response at either realistic or unrealistic exposure levels | | Not applicable |

Figura 16. Resumen de los posibles impactos de los sonidos sísmicos de baja frecuencia en los peces. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas (es decir, ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a una distancia de >1-2 m) o desconocidos/no realistas (es decir, de larga duración y/o corta distancia de <2 m a la fuente de sonido, exposición al sonido de campo cercano en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición al sonido y el medio ambiente en el que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al 2016).

| | Molluscs | | | | Crustaceans | | Echinoderms | |
|------------------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | Cephalopod | Gastropod | Bivalve | Larvae | Decapod ^a | Stomatopod | Larvae | Ophiuroid |
| PHYSICAL | | | | | | | | |
| Air bladder damage | | | | | 4,5 | 5 | | |
| Otolith/statocyst damage | 1-3 | | | | 9 | | | |
| Organ/tissue damage | 6 | | 7,8 | | 9 | | | |
| Mortality/abnormality | 6 | | 7,8,10 ^c | 5 | 11 | 5,9,12 | 4,13,14 | |
| BEHAVIOURAL | | | | | | | | |
| Startle response | 15-19 | | 5,20 | | 4,21 | | | |
| Sound avoidance | 18 | | | | 22 | | | |
| Predator avoidance | | | 5 | | 1,12,23 | | | |
| Foraging | | | | | 23 | | | |
| Reproduction | | | | | 24 | | | |
| Bionurbation | | | 25 | | 25 | | | 25 |
| PHYSIOLOGICAL | | | | | | | | |
| Metabolic rates ^b | 26 | | | 11 | 4,12,27,28 | | 13 | |
| Stress bio-indicators | 25 | | 25,29 | 5 | 4,5,12,22,25,27,30 | | | 25 |
| Immune response | | | | | 5 | | | |
| Energy stores | | | 10 | | | | | |
| Metamorphosis/settlement | | | | | | | 31 | 13 |
| CATCH EFFECTS | | | | | | | | |
| Catch rates / abundance | 29 | 29 | 7,10,29 | 8 | 4,9,27,29,32,33 | 29 | | |

1 = André et al. 2011, 2 = Soló et al. 2013a, 3 = Soló et al. 2013b, 4 = Christian et al. 2003, 5 = Day et al. 2016a, 6 = Guerra et al. 2004, 7 = Harrington et al. 2010, 8 = Parry et al. 2002, 9 = Courtenay et al. 2009, 10 = current study 11 = Aguilar de Soto et al. 2013, 12 = Payne et al. 2007, 13 = Pearson et al. 1994, 14 = Day et al. 2016, 15 = Fentrell and McCauley 2012, 16 = McCauley et al. 2000, 17 = Samson et al. 2014, 18 = Komak et al. 2005, 19 = Mooney et al. 2016, 20 = Roberts et al. 2015, 21 = Roberts et al. 2016, 22 = Celi et al. 2013, 23 = Wale et al. 2013a, 24 = Lagardere 1982, 25 = Solan et al. 2016, 26 = Kaifu et al. 2007, 27 = Christian et al. 2004, 28 = Wale et al. 2013b, 29 = La Bella et al. 30 = Filiciotto et al. 2014, 31 = Branscomb and Rittschof 1984, 32 = Jandriquetto-Filho et al. 2005, 33 = Parry and Gason 2006

^a DFOC 2004 also examined the effects of various physical and physiological effects of seismic signals on snow crabs but is not included here because no baseline data acquired before seismic survey, and refined experiments in Courtenay et al. 2009 supersede these results.

^b Includes proxies for metabolic rate such as food consumption, growth, respiration, developmental rate

^c Also includes Chalmer (1986), Kosheleva (1992) and Matishov (1992) as cited in Parry et al. (2002)

KEY

| | |
|--|---|
| ■ Response at realistic exposure levels | ■ Possible response / conflicting or anecdotal results |
| ■ Response at unrealistic/unknown exposure levels | ■ No data, has not been tested |
| ■ No response | ■ Not applicable |

Figura 17. Resumen de los posibles impactos del sonido de baja frecuencia en diversas respuestas de los invertebrados marinos. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas para estudios sísmicos (es decir, pocas ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a > 1-2 m) o desconocido/no realista (es decir, exposición continua al sonido, ráfagas de > 100 de exposición al sonido de campo cercano, en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición sonora y el medio ambiente en que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al 2016).



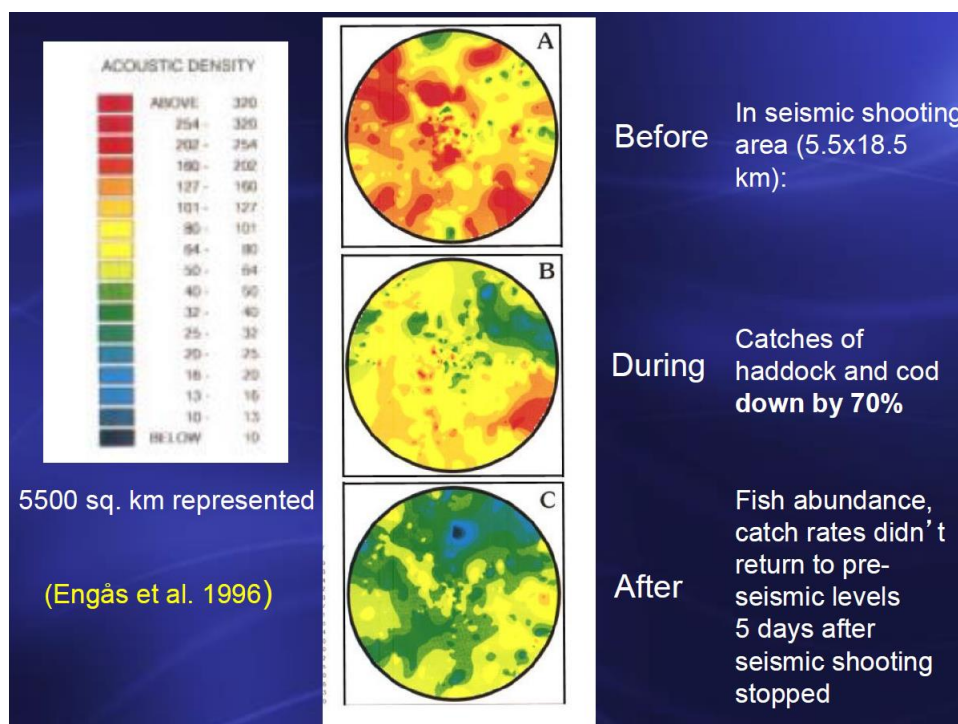


Figura 18. Evaluación de impactos antes, durante y después de realizar descargas de fuentes sísmicas sobre dos pesquerías (tomado de Engås et al. 1996)

Tabla 40. Valores de emisión, recepción y efectos observados en diferentes especies (tomado de Russel (2018))

| Effect Type | Source levels (dB@1m) | Meters from source | Received levels (dB) | Results | Reference |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|---|----------------------------|
| Physical Effects | | | | | |
| Mortality | 226 ¹ | 2 | 220 ² | Some cod and plaice died within 48 hrs; internal injuries reported. No controls to test for significance. | Matishov (1992) |
| | 20 cui (2000 psi) | 1 | 234 | One salmon died (n=10) 60 hours after exposure; however, no external aberrations or internal hemorrhaging were observed. Subsequent reports make no mention of this fatality. | Weinhold and Weaver (1972) |
| Physical damage | 230 ¹ | 0.6-1.5 | 226-234 ² | Swim bladder damage in 2 arctic cisco (n=14). | Falk and Lawrence (1973) |
| | | ~3 | 234 (p-p) | Swim bladders damaged in 73% of exposed adult anchovy as compared to 11% of controls (p=0.01). | Holliday et al. (1987) |
| | 220- 240 ¹ | 0.5 | 226-246 ² | Half of exposed fish suffered damage to blood cells or internal bleeding. Eye injuries also reported. | Koshleva (1992) |
| | 226 ¹ | 4 | 214 ² | Blindness in cod and plaice. No controls used. | Matishov (1992) |



| | | | | | |
|-----------------|--------------------|--------|---------|---|----------------------------|
| | 222.6 (p-p) | 5-800 | < 212 | Significant damage to sensory epithelia (ablated ear cells) in pink snapper examined 58 days after exposure. No mortality. | McCauley et al. (2003) |
| | 20 cui (2000 psi) | 10 | 208 | Dislocated tissue within swim bladder of one salmon (n=10). This result is not mentioned subsequently and may have been discarded as unrelated to airgun exposure. | Weinhold and Weaver (1972) |
| | 240 cui (2000 psi) | 1 | 241 | Damaged operculum in one salmon (n=10). This was considered to be unrelated to exposure as missing tissue did not appear to be of recent removal. | |
| Hearing loss | 202 | 13, 17 | 205-210 | Statistically significant hearing loss immediately upon exposure of adult northern pike to 5 pulses at 400 Hz and exposure of lake chub to 5 and 20 pulses at 200, 400 and 1600 Hz. Recovery within 18 hrs. | Popper et al. (2005) |
| No hearing loss | 202 | 13, 17 | 205-210 | No hearing differences between exposed and control broad whitefish or juvenile northern pike. | |

| | | | | | |
|--------------------|------------------|---------|----------------------|--|--------------------------|
| No physical damage | 256 (o-p) | 180 | 210 ³ | No physical damage observed in European sea bass. | Santulli et al. (1999) |
| | 230 ¹ | 3.0-3.4 | 219-220 ² | Stress observed in 2-15 arctic cisco but no overt signs of physical damage. | Falk and Lawrence (1973) |
| | | ~3 | 215-222 (p-p) | Healthy ("groomed") anchovy exhibited no swim bladder damage at these levels. Results are not considered statistically significant. | Holliday et al. (1987) |
| | 222, 231 | 1-10 | 202-231 ² | No mortality of cod fry observed. | Dalen and Knutsen (1987) |
| | 202 | 13, 17 | 205-210 | No mortality of fish held for 24 hours after exposure. No obvious morphological damage to swim bladder, eyes, gills or other organs. | Popper et al. (2005) |
| | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|--|------------------------|
| | 220- 240 ¹ | 1 | 220-240 ² | No acute effects observed at this distance. | Koshleva (1992) |
| Physiological Effects | | | | | |
| Change in physio- logical measures | 256 (o-p) | 180- 6500 | 194-210 ³ | Increase in sea bass serum cortisol, glucose and lactate immediately after exposure with recovery in 72 hrs. Decrease in serum adenylates. Muscle and liver cortisol increased initially but returned to normal in 72 hrs. Glucose and lactate levels in liver increased over 6 hrs. Glucose and lactate levels in muscle increased from 6-72 hrs. Camp in muscle and liver increased over 72 hours with no return to pre-exposure levels. | Santulli et al. (1999) |
| No effect | | 200- 9800 | 146-195 (rms) | No statistically significant stress increases which could be directly attributed to airgun exposure. | McCauley et al. (2000) |
| Behavioural Effects | | | | | |
| Startle response | 256 (o-p) | 180- 2500 | 199-210 ³ | Startle response from European sea bass starting when vessel approached within 2500 m, return to pre-exposure behaviour when vessel passed to 1 nm. | Santulli et al. (1999) |
| | 223 (o-p) | | 200-205 | Startle response by black and olive rockfish. | Pearson et al. (1992) |
| | | 5.3-195 | 195-218 | Startle (c-start) reaction of pollock to all airgun shots. | Wardle et al. (2001) |

| | | | | | |
|--------------------|------------------|------|---------------------------|--|----------------------------|
| | | | 182-195 (rms) | Persistent startle (c-start) response in all trials. Greater response in small fish. | McCauley et al. (2000) |
| Change in vertical | 220 ¹ | < 55 | ~185 ² at 55 m | Downward movement of whiting to form compact layer at 55 m. | Chapman and Hawkins (1969) |



| | | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------------------|--|--------------------------|
| position | 223 (o-p) | ~82- 183 | 186-191 | Decrease in average rockfish aggregation height. | Skalski et al. (1992) |
| | 249.9 | 100- 300 | 200-210 | Statistically significant reduction in echo sounder abundance of demersal fish (36% reduction); fish presumably forced to bottom since catch rates increased by 34 and 290%. | Dalen and Knutsen (1987) |
| | 222.6 | 20, 50 | 197, 189 ² | Blue whiting and mesopelagics descended in water column (20 and 50 m deeper respectively). | Slotte et al. (2004) |
| | 223 (o-p) | | 177-180 | Black rockfish schools collapsed to bottom when airgun started. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min. | Pearson et al. (1992) |
| | 223 (o-p) | | 186-199 | Vermillion and olive rockfish either rose in water column and eddied at increased speed or moved closer to bottom and became almost motionless. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min. | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|----------|----------------|--|--------------------------|
| Change in horizontal distribution | | | >156-161 (rms) | Aggregation in bottom centre of enclosure. | McCauley et al. (2000) |
| | 256 (o-p) | | | Change in vertical distribution of pelagic fish. In particular, reduced acoustic density within the top 16 m. | La Bella et al. (1996) |
| | 249 | < 37 km | | Acoustic density of cod and haddock reduced by 45% during exposure, continued decrease to 64% 5 days after exposure. (250-280 m water depth) | Engas et al. (1996) |
| | 223 | < 37 km | | Average density of mesopelagic fish (including herring and blue whiting) was lower in seismic survey area, with increasing abundance at distance. Fish density seemed higher about 37 km from center of survey area. | Slotte et al. (2004) |
| | 249.9 | 100- 300 | 200-210 | Statistically non-significant reduction in echo sounder abundance of blue whiting (54% reduction) and small pelagics (13% reduction). | Dalen and Knutsen (1987) |

| | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------------------|--|--------------------------|
| Change in swimming behaviour | | | | Presumed to have migrated out of area (100-300 m water depth). | |
| | | | 156-161 (rms) | Faster swimming and formation of tight groups. | McCauley et al. (2000) |
| | 256 | 180 | 210 ³ | Sea bass bunched in the center of the enclosure with random orientation and increased swimming speed. Recovery within 1 hr of exposure. | Santulli et al. (1996) |
| | 222, 231 | 1-10 | 202-231 | Temporary problems with balance in cod fry. Recovery after a few minutes. No significant difference in feeding behaviour as compared to controls (202-222 dB). | Dalen and Knutsen (1987) |
| | 223 (o-p) | | 177-180 | Increasingly tighter schools of blue rockfish with increasing sound levels. | Pearson et al. (1992) |
| | | | < 218 | Day-to-night movements of two tagged pollock altered during longer-term exposure to airguns. | Wardle et al. (2001) |

| | | | | | |
|-----------------------|------------------|--------|---------|--|-----------------------|
| No behavioural effect | 250 ¹ | | | Most tagged sea bass were recaptured within 10 km of release site (5-30 m water depth). | Pickett et al. (1994) |
| | | | < 218 | Two tagged pollock did not move away from reef (10-20 m water depth). | Wardle et al. (2001) |
| | 202 | 13, 17 | 205-210 | Normal swimming behaviour of northern pike, broad whitefish and lake chub during exposure. | Popper et al. (2005) |



| Fisheries Effects | | | | | |
|---------------------------|-------|-----------|----------|--|--------------------------|
| Change in catch or effort | 249.9 | 100- 300m | > 200 at | Increase in demersal fish catch by 34% and 290%. | Dalen and Knutsen (1987) |

| | | | | | |
|------------------------|------------------|----------|--------------------------|---|---|
| - | | | depth ² | | |
| | 239 | < 9.3 km | 161 ¹ at 5 km | Reductions of 55-80% in longline catches of cod within 9.3 km (5 nm) of seismic survey area. | Løkkeborg (1991) |
| | 239- 250 | < 9.3 km | 160-171 ¹ | Reductions in shrimp trawl by-catch of cod by 79 and 83% within 9.3 km (5 nm) of seismic survey area. Increases of cod by-catch in saithe trawl of 300%. Return to pre- exposure catches within 12-24 hrs. | Løkkeborg and Soldal (1993) |
| | 223 (o-p) | < 165 m | 186-191 | Average decline in rockfish catch-per-unit effort of 53% within seismic survey area. | Skalski et al. (1992) |
| | 249 | < 33 km | | Statistically significant reductions in trawl and longline catch of cod and haddock within a 74 km ² study area upon exposure to a seismic source. Trawl catch of cod reduced by 69% within the 5.6x18.5 km seismic survey area and 45-50% outside seismic survey area. Trawl catch of haddock reduced by 68% within seismic survey area, 56% 2-17 km from survey area and 71% 30-33 km from survey area. Longline catch reduced by 45% in survey area, 16% at 1.9-5.6 km from survey, 25% at 13- 17 km from survey. Longline catches of cod tended to increase within the seismic survey area, while haddock longline catches were reduced by 67% within the seismic survey area. | Engas et al. (1996) |
| No effect on fisheries | 250 ¹ | 1-23 km | | No significant change in hook and line catch rate of European sea bass. | Pickett et al. (1994) |
| | 256 (o-p) | | | No significant changes in trawl or gillnet catch. | La Bella et al. (1996) |
| | | | | Statistical analysis of logbooks showed no statistically significant effect of seismic surveying on catch rates; however, 75% of fishermen believed they had observed an effect. No lasting impacts on fisheries | Jakupstovu et al. (2001) reported in Gausland |

| | | | | | |
|--|--|--|--|----------|--------|
| | | | | success. | (2003) |
| ¹ source levels as estimated by Turnpenny and Nedwell (1994). ² received levels as estimated by spherical spreading (20logR). ³ received levels as estimated using spherical spreading, 20logR, to water depth and cylindrical spreading, 10logR, for remaining distance. | | | | | |

