

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D”
ÁREA CAN 102, ARGENTINA

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

NOVIEMBRE DE 2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	6
2.1	INTRODUCCIÓN	6
2.2	METODOLOGÍA	7
2.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	11
2.3.1	Invertebrados marinos	12
2.3.2	Peces	21
2.3.3	Pesquerías	32
2.3.4	Tortugas Marinas	34
2.3.5	Aves Marinas	40
2.3.6	Mamíferos Marinos	56
2.3.7	Áreas protegidas y sensibles	73
2.3.8	Navegación	75
2.3.9	Infraestructura costa afuera	76
2.3.10	Actividad Hidrocarburífera	76
2.3.11	Conclusiones	77
3	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	80
3.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO	81
3.2	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES PRINCIPALES	83



4	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	86
4.1	INTRODUCCIÓN	86
4.1.1	Antecedentes de reuniones profesionales vinculadas con efectos de la sísmica marina y protocolos para minimizar impactos	86
4.1.2	Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición	87
4.2	MAMÍFEROS MARINOS	92
4.2.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	92
4.2.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	101
4.2.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	102
4.2.4	Derrames de hidrocarburos	105
4.2.5	Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	108
4.3	PECES Y CEFALÓPODOS	110
4.3.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	110
4.3.2	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	126
4.3.3	Derrame de hidrocarburos	127
4.3.4	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos/peligrosos	128
4.4	TORTUGAS MARINAS	128
4.4.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	129
4.4.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	130
4.4.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	131
4.4.4	Derrame de hidrocarburos	132
4.4.5	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos/peligrosos	132
4.5	COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON	133
4.5.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	133
4.5.2	Derrames de hidrocarburos	136
4.5.3	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos / peligrosos	137
4.6	AVES	137



4.6.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	137
4.6.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	142
4.6.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y al mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y de otras operaciones)	143
4.6.4	Derrames de hidrocarburos	145
4.6.5	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	146
4.7	ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES	146
4.7.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	146
4.7.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	147
4.7.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo y otras operaciones	148
4.7.4	Derrames de hidrocarburos	148
4.7.5	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos no peligrosos / peligrosos	149
4.8	PESQUERÍAS	149
4.8.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	149
4.8.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	155
4.8.3	Derrame de hidrocarburos	155
4.9	TRÁNSITO MARÍTIMO	156
4.9.1	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	156
4.10	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	156
4.10.1	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	156
4.11	INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES	157
4.11.1	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	157
4.11.2	Derrames de hidrocarburos	157
4.12	AGUA SUPERFICIAL	157
4.12.1	Derrames de hidrocarburos	157
4.12.2	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	158
4.13	AIRE	158
4.13.1	Emisiones gaseosas	158
5	VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	162



5.1	MÉTODOLOGÍA UTILIZADA	162
5.2	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	166
6	MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	168
7	IMPACTOS ACUMULATIVOS	178
8	BIBLIOGRAFÍA	182
	ANEXO I – ANTECEDENTES ADICIONALES	203



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.

1 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” del área CAN 102.

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 5.1).

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 6).

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).

2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

2.1 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 procesos de recolonización. Por otro lado, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, también 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 previa de diversas fuentes científico-técnicas.

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.

2.2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del estudio de la sensibilidad se tomó como referencia general 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 factor 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 resultan 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.

En el caso particular de la sísmica, como posible factor estresante, debe tenerse presente el gradiente de su efecto según la distancia a la cual el organismo se encuentra de la fuente de emisión de sonido y también la profundidad del fondo marino de la zona a relevar. En el caso de la sísmica, la fuente de emisión son las fuentes de aire comprimido (que reemplazan a las cargas explosivas de altísimo impacto ambiental que se empleaban en el pasado). También deben considerarse las posibilidades de los organismos vivos de evadirse de la fuente de energía sísmica. A su vez, ésto tiene que ser evaluado conjuntamente con los estrictos protocolos de seguridad ambiental aplicados en todo relevamiento sísmico (p. ej. escaneo del área de estudio por parte de especialistas en mamíferos y aves para asegurar la ausencia de especies cercanas al buque). Toda esta tarea de los observadores, antes del arranque lento y de baja intensidad de las fuentes de aire comprimido, a los efectos de permitir la evasión de ciertos grupos faunísticos que no se registran desde la superficie, como es el caso de los peces. Si estos conceptos no son tenidos en cuenta, cualquier estimación que se realice sobre sensibilidad sonora de especies no tendría mayor sentido o utilidad práctica.

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 los mencionados autores 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 recopilieron 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 del año 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 o eventual 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).

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.



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, Libro Rojo SAREM, 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.



Se trabajó conformando diversos talleres interdisciplinarios en los que participaron los especialistas intervinientes en el estudio. Principalmente en cuanto al medio biótico los talleres contaron con la participación de los siguientes especialistas:

- Dr. Claudio Baigún
- Dra. Florencia Brancolini
- Lic. María Sol García Cabrera

Con aportes en cuanto a los aspectos hidroacústicos, y en cuanto a la dinámica del medio físico de los profesionales:

- Lic. Julio Cardini
- Lic. Maribel Garea

Además de la necesaria participación de los coordinadores del estudio.

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 ESA 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 para el Área de Influencia Directa (AID) y adyacencias, y por fuera de dicho entorno (dentro del Área de Influencia Indirecta -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 (Áreas Naturales Protegidas -ANP-, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves -AICAs-, Áreas Marinas Propuestas, etc.).

2.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El Área de Adquisición se encuentra emplazada en el Mar Argentino, particularmente en el talud medio e inferior (donde se observa el cañón submarino Mar del Plata) y sobre el comienzo de la emersión continental, a profundidades de entre 1.300 m y 3.700 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 Argentina.



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 relevantes por ser poseedoras de una importante biodiversidad (MAYDS, 2016-2020; Administración de Parques Nacionales 2020). 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.

En el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verían afectadas de forma directa, con excepción del tránsito de buques desde y hacia el área de operaciones, para el cual el puerto de Mar del Plata se utilizará como puerto de movilización y desmovilización y puerto de servicios logísticos. En suma, se tratará de un tránsito mínimo en relación al importante movimiento de buques pesqueros, de comercio y Armada de dicho puerto.

2.3.1 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 sensible llamada estatocisto (Carroll 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). También se han detectado estructuras que permiten registrar 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, generalmente 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, ya sean éstos de consistencia dura (rocas) o blanda (sedimentos). Sobre estos sustratos pueden permanecer semienterrados, fijos o pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas.
- Cefalópodos. Grupo de moluscos de gran relevancia económica en la región donde se implantará el proyecto. Integrante del denominado necton que junto con los peces, reptiles y mamíferos marinos constituyen un conjunto de organismos, en general de dimensiones macroscópicas, con una gran capacidad de natación que les permite oponerse a las corrientes de las masas de agua.

2.3.1.1 Comunidad Planctónica

La producción fitoplanctónica en los frentes del Mar Argentino 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 presenta una alta diversidad específica y está compuesto por importantes abundancias de anfípodos hipéridos, eufaúsidos, salpas y especies zooplanctónicas carnívoras entre las que se destaca la medusa *Desmonema gaudichaudi* por las grandes biomásas alcanzadas durante sus frecuentes explosiones demográficas.

Los frentes marinos se consideran como *hot spots* de servicios ecosistémicos marinos, a través del vínculo entre la producción primaria, los consumidores y las funciones de los ecosistemas. Martinetto et al. (2019) demostraron que la alta producción primaria concentrada en las zonas frontales es la principal característica ecológica que sustenta la producción de servicios ecosistémicos marinos tanto tangibles (pesquerías) como intangibles (recreación, regulación de gases atmosféricos, etc.).



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 (Lutz et al., 2010; Dogliotti et al., 2014).

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).

En el área de influencia indirecta del proyecto se puede verificar la presencia de concentraciones importantes de fitoplancton en varias zonas de la plataforma, asociadas al frente estuarial del Río de la Plata y al frente del talud continental. 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% de los invertebrados presentes en el área.

En las aguas de las corrientes de Malvinas y Brasil viven más de 1.000 especies de zooplanctones marinos. La mayoría de las especies son escasas y la representación de los 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 están presentes todo el año y dominan durante los meses de invierno con una abundancia generalmente baja del ictioplancton. La presencia de huevos y paralarvas de cefalópodos ocurre a partir del invierno y hasta la primavera, tras el desove de invierno en el área sur, siendo los huevos arrastrados hacia el norte por la Corriente de Malvinas.



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 Aguas de la Plataforma Subantártica (SASW por sus siglas en inglés), inserta en el área de influencia indirecta del proyecto, consisten en adultos y copepoditos tardíos de *Drepanopus forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *Calanus australis* y el amphipodo *Themisto gaudichaudii*. Mientras que la zona SASW se caracteriza por copepoditos C4-5 de *Drepanopus forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *Calanus vanus*, *Calanus brevipes* y *Calanus smillimus*; el cyclopoidio *Oithona aff. helgolandica* y *Oithona atlantica*; *T. gaudichaudii*, juveniles de euphasidos. Migrantes estacionales epipelagicos tales como *Neocalanus tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *Metridia 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, si bien la mayoría de los antecedentes corresponden a la plataforma patagónica, la mayor biomasa de zooplancton se registraría desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano, principalmente compuesto por macrozooplancton, destacándose las especies *Themisto gaudichaudii* y *Euphasia lucens* (Sabatini y Alvarez Colombo, 2001; Padovani et al., 2015; Cepeda et al., 2018; Allega et al., 2020).

Según datos de FREPLATA (2004), el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102 registra entre 15-20 especies de copépodos. En el área de influencia directa de CAN 102 se registra una zona con entre 20-25 especies de copépodos, mientras que la diversidad tiende a bajar en el área de influencia indirecta a un rango entre 5-15 especies hacia el oeste y registra 15-25 hacia el este. Las zonas de mayor riqueza de copépodos (35-40) quedan por fuera del área de influencia.

En el área de influencia indirecta del proyecto hay presencia de estómagos de peces con ctenóforos, siendo baja la diversidad de zooplancton gelatinoso (ZG) en la zona. Los principales grupos de ZG son ctenóforos, 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 el área de prospección.

Para el área de influencia del proyecto no existen especies zooplanctónicas 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. Si bien, este grupo de invertebrados no presenta capacidad de evadir el efecto, es importante remarcar que las áreas de máxima biomasa zooplanctónica, no se superponen con el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN-102, ya que dicha área de máxima biomasa se localiza en el frente del talud, a más de 90 km del Área de Adquisición, 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 huevos y paralarvas de calamar argentino, y huevos y larvas de mictófidios.



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. Durante el otoño e invierno la sensibilidad es baja en relación a la presencia de larvas de mictófidios y huevos y paralarvas del calamar argentino.

2.3.1.2 Comunidad Bentónica

El estudio de las comunidades bentónicas del Mar Argentino fueron iniciados en la década del 60 e incrementados exitosamente durante las últimas décadas. Recopilación de dichas investigaciones hasta inicios del siglo XXI fueron descritas por el INIDEP en su serie sobre recursos pesqueros del Mar Argentino, e incluye desde áreas intermareales hasta diversos sectores de una gran parte de nuestra plataforma (Bastida et al., 2007a).

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del distrito Patagónico están dominadas por moluscos, equinodermos y briozoos, en ese orden. Los braquiópodos 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 el área CAN 102 se superpone con el área "B" en la región externa de la plataforma, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos.

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 102 se encuentra en una zona cercana a la Unidad de Manejo "A" para la pesca de la vieira patagónica. La vieira cumple un rol muy importante como ingeniero ecosistémico proveyendo sustrato y refugio a una gran cantidad de organismos asociados con este bivalvo en las áreas de pesca que lo componen la esponja *Tedania* sp., la anémona *Actinostola crassicornis*, los equinodermos *Ophiactis asperula*, *Ophiacantha vivipara*, *Ophiura lymani*, *Sterechinus agassizii*, *Diplosterias brandti*, *Ctenodiscus australis*, *Psolus patagonicus* y *Pseudocnus dubiosus* (Bremec et al., 2006). En las Unidades de Manejo A y B se registran altas densidades del poliqueto tubícola *Chaetopterus* cf. *antarticus*, y también son frecuentes la estrella *Labidiaster radiosus* y la estrella canasto *Gorgonocephalus chilensis*.

En áreas más profundas, con motivo de detectar Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región concentraciones 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 et al., 2017; Campodónico y Escolar, 2019).



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 biomásas 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 sólo 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., 2019; Allega et al., 2020). La estadística pesquera y la estrategia de explotación de este recurso indica claramente que en muchos de los bancos explotados se ha ejercido una evidente sobrepesca, la que resulta aún más impactante por el errático reclutamiento observado en esta especie de vieira de aguas profundas.

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, se observa una baja densidad en la biomasa de vieiras. En el área de influencia directa del proyecto no se observan áreas de reproducción, alimentación o cría de vieira patagónica. En el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102 se observa que la actividad de la flota pesquera de vieiras es nula.

Determinados grupos de invertebrados bentónicos (esponjas, cnidarios, tunicados, braquiópodos) son denominados Taxones Indicadores (TI) 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 Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs). en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región áreas de concentración 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 CAN 102 no se superpone con Ecosistemas Marinos Vulnerables. El área de influencia directa CAN 102 no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales.

Particularmente el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102 presenta una baja riqueza específica de moluscos, registrándose menos de 3 especies (FREPLATA 2004).

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 el interés comercial de algunas de sus especies. 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 estudio se registran cinco especies de interés ecológico-económico: la langostilla *Munida gregaria*, la centolla común *Lithodes santolla*, la langosta de aguas profundas *Thymops birsteini*, el cangrejo rojo *Chaceon notialis*, y el cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus*.

Dentro de los macrocrustáceos, de las cinco especies antes mencionadas, tres especies presentan interés económico: cangrejo rojo, cangrejo nadador y la langosta. De éstos sólo dos especies, el cangrejo rojo y la centolla, se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto CAN 102.

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° S, 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 indirecta del proyecto CAN 102 solo se registra un sitio de reproducción y muda de centolla pero de muy baja densidad de ejemplares. En el área de influencia directa esta especie no se encontraría presente, dado que se distribuye hasta los 700 m (Allega et al., 2020). Hasta el presente no hay capturas de centolla provenientes de esta zona.

Respecto a las comunidades bentónicas, para la zona donde se ubica las áreas CAN 102 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, así como tampoco con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables.

En el área de influencia indirecta del proyecto, para el caso de la vieira patagónica, *Zygochlamys patagonica*, 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 102 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 (donde opera la 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 indirecta del proyecto CAN 102 solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas. En el área de influencia directa esta especie no se encontraría presente, dado que se distribuye hasta los 700 m. No hay desembarques de *Lithodes santolla* provenientes de esta zona.



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

2.3.1.3 Cefalópodos

Moluscos Cefalópodos

Para el área de influencia del proyecto se registran tres especies de cefalópodos (*Doryteuthis gahi*, *Doryteuthis sanpaulensis* e *Illex argentinus*).

El área de influencia del proyecto CAN 102 no se superpone con las áreas de mayores capturas del periodo 2003-2017 de cefalópodos. La flota más cercana al área de influencia indirecta es la de buques congeladores de especies australes.

El calamar argentino (*Illex argentinus*) es una especie que se distribuye desde los 23° S hasta los 54° S, con una presencia frecuente entre los 35° S y los 52°, 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. Sin embargo, su mayor concentración 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.

Su ciclo de vida es anual. A partir de la estructura de tamaños, estadio de madurez y áreas de desove se identifican cuatro stocks reconocidos como el Stock Desovante de Verano (SDV), Stock Sudpatagónico (SSP), Stock Bonaerense-Norpatagónico (SBNP) y Stock Desovante de Primavera (SDP). Los stocks pesqueros más importantes se localizan al sur del paralelo 44° comprendiendo, por lo tanto, al stock sudpatagónico y stock desovante de verano (Allega et al., 2020).

La distribución de estos stocks y desplazamientos varía según el momento del año.

Verano: Se identifican dos áreas con altas concentraciones sobre la plataforma patagónica, una localizada entre 43-48° S que corresponden al SDV conformada por adultos en desove y pospuesta y la otra entre los 46-52° S que está integrada por subadultos del SSP. Esta última está conformada por adultos inmaduros o iniciando su maduración.

Otoño: Entre marzo y mayo los individuos de la SSP migran hacia la plataforma externa y borde de talud formando concentraciones pre-reproductivas. Luego del desove las masas de huevos son transportadas hacia el norte. En la zona norte, también sobre el borde de plataforma se congregan individuos que provienen de la SBNP, pero ello ocurre entre abril y mayo. Estas concentraciones corresponden a ejemplares en estado de maduración que luego migran hacia aguas más profundas para la reproducción.

Invierno: Los ejemplares desovantes localizados al sur del paralelo 44° se reproducen y mueren, mientras se observan núcleos del stock correspondiente a la SBNP que permanecen en el área norte del talud, concentrándose en la plataforma externa y borde del talud. Este período de concentración iniciado en abril se prolonga hasta agosto.

Primavera: Se observan importantes concentraciones de juveniles y preadultos correspondientes a las subpoblaciones de SSP y SBNP y que se concentran entre los 50 y 100 m, para luego migrar hacia diferentes áreas de cría y reclutamiento.



En definitiva los movimientos migratorios estacionales más importantes comprenden una fase de inmigración de paralarvas y juveniles a la plataforma intermedia bonaerense y posterior desplazamiento hacia el sur, donde se ubican sus áreas tróficas y de crianza (invierno/primavera), y una fase de emigración de preadultos y adultos hacia las áreas pre-reproductivas y de desove con sentido oeste-este (verano-otoño). Solo esta última fase posee cierta relación con el área de proyecto. Los stocks desovantes de otoño e invierno (SSP y SBNP) comparten la misma área de distribución de paralarvas, entre los 29°S y 39°30'S. De tal modo, la época invernal resulta ser la más sensible que puede afectar a esta especie en términos biológicos y pesqueros.

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.

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 fuera del área de influencia directa de CAN 102, pero en el invierno se verifican concentraciones de adultos en el borde del talud. En este sentido se considera que el invierno posee sensibilidad moderada y el resto del año baja.

Por otro lado, las paralarvas de calamar podrían tener una superposición en primavera con el área de influencia indirecta a partir de la deriva de huevos y paralarvas durante el invierno y hasta la primavera proveniente desde la zona sur por acción de la corriente de Malvinas, pero también es posible encontrarlas en la zona de prospección. Este es el único caso en que las áreas de concentración de paralarvas puede no corresponder con las áreas reproductivas (su sensibilidad se analizó en el punto 2.3.1.1).

Entre verano e inicios de otoño la pesca está permitida al sur de los 44°S, y se efectúa sobre las subpoblaciones Desovante de Verano (concentraciones reproductivas) al comienzo de la temporada y Sudpatagónica (concentraciones pre-reproductivas) durante todo el período. A partir de mayo comienza la temporada al norte de los 44°S, la cual cierra a fin de agosto. En este período se captura principalmente la Subpoblación Bonaerense-norpatagónica (concentraciones pre-reproductivas), y en menor medida, y sobre el final de la temporada, la Desovante de Primavera.

Desde un punto de vista pesquero la distribución de los desembarques (t) por trimestre del calamar argentino, *Illex argentinus* no se superponen con el área de influencia directa de CAN 102.



2.3.2 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 (2010) 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 está 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 (Cortes, 2000). Estos rasgos tornan a los peces cartilaginosos más vulnerables que a los peces óseos ante fuentes de impactos no naturales. 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 cuál 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 (vejiga natatoria), 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. No obstante, y debido a que los peces cartilaginosos serían más sensibles a las ondas de baja frecuencia, se diferencian los mismos respecto a los peces óseos asignándoles un grado mayor de sensibilidad.

La audición de los peces con vejiga natatoria 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 de la fuente de aire comprimido.
Tipo 1B	Peces cartilagosos (sin vejiga natatoria)	No poseen vejiga natatoria e incluye tiburones, rayas, y chimeras. 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 del 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 si se encuentran cerca de la fuente de emisión (2 a 5 m), pierdan la ventana de tiempo en que las condiciones ecológicas son las óptimas para la supervivencia y el crecimiento.

Se asignó así valor 0 cuando la especie se reproduce fuera del área de influencia del proyecto y 1 si es dentro de ella.

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se asignó la mayor valoración, por lo cual puede existir cierta sobrevaloración en las conclusiones.

- 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 menor impacto en el caso de especies con períodos más prolongados.

De este modo, se asignó valor 1 si la especie presenta una reproducción extendida en el tiempo y 2 si la especie tiene una ventana temporal única que podría ser coincidente con la actividad sísmica en el área de influencia del proyecto.

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración, por lo cual puede existir cierta sobrevaloración en las conclusiones.

- 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 donde las hembras portan los embriones.

Se asignó valor 1, y por lo tanto se consideraron así como especies más susceptibles, a aquellas que tuvieran su área de cría en el área y con valor 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, por lo cual puede existir cierta sobrevaloración en las conclusiones.

- Rango de distribución: Se consideró que aquellas especies de peces que poseen una distribución geográfica amplia serán menos afectadas a nivel de especie y por lo tanto se les otorgó valor 1, mientras que aquellas que se distribuyan solo en el talud se consideran más sensibles y se les asignó valor 2.



- Especificidad de nicho trófico: Representa en que medida existe una especialización de la dieta de determinadas especies. Especies altamente especializadas (estenófagas) 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 y por lo tanto se les asignó valor 1, mientras que a aquellas especies que poseen mayor amplitud trófica (eurífagas) y tienen la capacidad de utilizar presas alternativas se les dio valor 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, sino posee importancia crítica y 1 cuando se trata de 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. Se diferenciaron diferentes categorías de acuerdo a la distribución vertical en la columna de agua. 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 puntuación de 1 a especies clasificadas como de preocupación menor, 2 cuando estuvieran cercanas a la amenaza, 3 si se consideran vulnerables y 4 en el caso de especies amenazadas. A aquellas no evaluadas o ser deficientes de datos se les asignó valor 0.

d) Criterios pesqueros

- Importancia pesquera en el área del proyecto: Las operaciones sísmicas podrían influir en las tasas de captura en las pesquerías al generar conductas de alejamiento de las especies blanco, generando eventualmente 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 que si no existen pesquerías dirigida a la especie en el área de influencia directa y adyacencias se asigna valor 0, si es de baja importancia o la especie se captura por captura incidental toma valor 1, y si la especie es una especie blanco con importancia pesquera en la zona del proyecto se le asigna valor 2.

En el área de influencia CAN 102 se registran un total de 18 especies de peces: 6 especies de peces cartilaginosos y 12 peces óseos.

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 adyacente 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>Amblyraja doellojuradoi</i>	Raya erizo	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	Plataforma-talud	eurifago	No	bentónico	LC	bycatch
	<i>Tetronarce puelcha</i>	Torpedo grande	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	plataforma-talud	eurifago	No	bentónico	NE	bycatch
	<i>Zearaja chilensis= Dipturus chilensis</i>	Raya hocicuda	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	plataforma-talud	eurifago	No	bentónico	VU	bycatch
Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	VU	bycatch
Carcharhiniformes	<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	NT	bycatch
Lamniformes	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón mako	Moderada (sin vejiga)	no	Extenso	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	VU	bycatch
Gadiformes	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza común	Moderada (con vejiga no conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	mesopelagico	NE	moderada
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico	Moderada (con vejiga no conectada)	no	Estacional	no	talud	eurifago	No	mesopelagico	NE	ninguna
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca	Moderada (con vejiga no conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	mesopelagico	NE	baja
Ophidiiformes	<i>Genypterus blacodes</i>	Abadejo	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	talud	eurifago	No	batipelagico	NE	moderada
Perciformes	<i>Dissostichus 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>Thyrssites atun</i>	Pez sierra/barracuda	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	batipelagico	NE	ninguna
	<i>Xiphias gladius</i>	Pez espada	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	NE	baja
	<i>Thunnus alalunga</i>	Atún albacora	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	LC	baja
	<i>Thunnus albacores</i>	Atún aleta amarilla	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	NT	baja
	<i>Thunnus obesus</i>	Atún de ojo grande	Alta (con vejiga conectada)	no	Estacional	no	plataforma-talud	eurifago	No	epipelagico	VU	baja
Pleuronectiformes	<i>Mancopsetta maculata</i>	Lenguado	Baja (sin vejiga)	no	Estacional	si	talud	eurifago	No	bentónico	NE	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	
	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 (estenofago)	1
Criterios Ecológicos	Importancia trófica para otras especies	
	Baja	0
	Alta	1
	Uso de hábitat	
	Epipelágica	1
	Mesopelágicos	2
	Batipelágico	3
	Bentónico	4
Criterios de Conservación	Valor de conservación	
	NE, DD	0
	LC	1
	NT	2
	VU	3
	EN	4
	CR	5
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 24, por lo que la suma normalizada divide por 24).

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 a los puntos de corte 0,4 y 0,7 para identificar situaciones de baja, moderada y 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 0,4), 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 y adyacente.

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>Amblyraja doellojuradoi</i>	Raya erizo	3	0	1	0	1	0	0	4	1	1	0,46
	<i>Tetronarce puelcha</i>	Torpedo grande	3	0	1	0	1	0	0	4	0	1	0,42
	<i>Zearaja chilensis</i>	Raya hocicuda	3	0	1	0	1	0	0	4	3	1	0,54
Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso	3	0	1	0	1	0	0	1	3	1	0,42
Carcharhiniformes	<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul	3	0	1	0	1	0	0	1	2	1	0,38
Lamniformes	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón mako	3	0	1	0	1	0	0	1	3	1	0,42
Gadiformes	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza común	3	0	2	0	1	0	0	2	0	2	0,42
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico	3	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0,38
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca	3	0	2	0	1	0	0	2	0	1	0,38
Ophidiiformes	<i>Genypterus blacodes</i>	Abadejo	5	0	2	0	2	0	0	3	0	2	0,58
Perciformes	<i>Dissostichus eleginoides</i>	Merluza negra	5	0	2	0	2	0	0	3	0	1	0,54
	<i>Patagonotothen ramsayi</i>	Nototenia	5	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0,50
	<i>Thyrustes atun</i>	Pez sierra	5	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0,46
	<i>Xiphias gladius</i>	Pez espada	5	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0,42
	<i>Thunnus alalunga</i>	Atún albacora	5	0	2	0	1	0	0	1	1	1	0,46
	<i>Thunnus albacores</i>	Atún aleta amarilla	5	0	2	0	1	0	0	1	2	1	0,50
	<i>Thunnus obesus</i>	Atún de ojo grande	5	0	2	0	1	0	0	1	3	1	0,54
Pleuronectiformes	<i>Mancopsetta maculata</i>	Lenguado	1	0	2	1	2	0	0	4	0	0	0,42



Los condrictios han quedado clasificados en general como de moderada sensibilidad porque a pesar de carecer de vejiga natatoria, el rango de percepción auditiva es coincidente con el de las ondas sísmicas. El Área de Adquisición de datos sísmicos registra alta diversidad de condrictios. Se destacan tres especies vulnerables: la raya hocihada, el tiburón mako y el tiburón espinoso.

Dentro de los peces óseos, los Gadiformes, si bien presentan una mayor sensibilidad a los ruidos, pueden ser considerados en líneas generales como de moderada sensibilidad, habida cuenta que no se observan en el área de influencia directa de CAN 102 sitios de reproducción puntuales, son especies de hábitos demersales y no se encuentran con alguna categoría de conservación. En el caso de la merluza común, *Merluccius hubbsi*, si bien el área de influencia se encuentra cercana a su área de reproducción ubicada en la plataforma, la misma no se superpone con el AII.

Los Perciformes, incluyendo varias especies, han sido clasificados como de moderada sensibilidad debido a sus patrones auditivos.

El resto de los grupos identificados en el área de influencia directa de CAN 102, 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 en cuanto al impacto del proyecto. No obstante, todas estas especies quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad. Al respecto, resulta importante mencionar que para alguna 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 óseos de interés comercial se reproduce o crían en el área de influencia directa de CAN 102.

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 órdenes, apreciándose que la mayoría de ellos corresponden a la categoría de media y no se identifican especies con sensibilidad alta.



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

Sensibilidad Baja	Sensibilidad Media
Carcharhiniformes	Rajiformes
Gadiformes (<i>Coelorhynchus fasciatus</i> y <i>Micromesistius australis</i>)	Squaliformes
	Lamniformes
	Gadiformes
	Ophidiiformes
	Perciformes
	Pleuronectiformes

2.3.3 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 102 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*) dentro de la Zona Común de Pesca al norte del paralelo 39° desde día 1 de abril hasta el 31 de agosto de cada año, salvo que por razones de conservación se disponga el cierre anticipado de la temporada de pesca. Si bien existe una zona de veda de merluza para la protección de individuos juveniles, la misma se encuentra alejada de la zona de influencia del proyecto.

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 Maniobras a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de adquisición de datos sísmicos.

Puntualmente, para el sector a ser prospectado en CAN 102 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras). Al respecto el área de influencia directa de CAN 102 y adyacencias, soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual. Como surge de la información presentada en el Cap. 5, durante los meses de noviembre y diciembre 2018 la actividad pesquera fue muy baja, nula en enero, febrero y marzo de 2019 y se incrementó de abril a octubre de 2019, siempre abarcando el sector occidental del área. Durante el periodo julio 2020 - junio 2021 la actividad pesquera fue nula o baja.

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 de CAN 102, se destaca la presencia de merluza común y abadejo. Sin embargo, la mayor densidad de sus capturas se concentra en la plataforma bonaerense y patagónica con relevancia en el periodo abril-junio cercano al borde del talud en el sector norte. En el análisis de la operatoria de la flota en la cuenca Norte no se evidencia un alto volumen de desembarques por la flota comercial argentina para el periodo 2013-2017, respecto a la cuenca sur.

El área de influencia indirecta del proyecto se encuentra cercana a la zona de mayores desembarques de la operatoria de la flota en la cuenca Norte durante el 2° trimestre del año.

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 no incluye el área de influencia directa del área CAN 102.

El abadejo, en general, es una especie capturada como fauna acompañante de la pesca de merluza, siendo bajas las capturas en el área de influencia de CAN 102. Las mayores capturas se registran sólo en el segundo y tercer trimestre.

Finalmente, el calamar es una especie de alta importancia económica pero no se captura en el área de influencia directa o 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. Un impacto posible puede darse sobre la deriva de sus paralarvas, 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 de influencia directa de CAN 102 y sus adyacencias.

Tabla 6. Distribución temporal de la actividad pesquera de las especies presentes en el área de influencia de CAN 102. *especies con mayor importancia pesquera

Especies	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Merluza común*												
Merluza de cola												
Abadejo *												
Polaca												
Merluza austral												
Calamar												

En este sentido, la sensibilidad de la actividad pesquera se considera baja 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 y merluza común podrían ser afectadas dependiendo del momento en que se realiza la prospección sísmica. 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos.



El área de influencia directa no se identifica como un área de cría para los peces óseos de interés comercial. Para el área de influencia indirecta de CAN 102 se pueden registrar paralarvas de calamar, pero también es posible encontrarlas en la zona de prospección. No obstante, éstas provienen de áreas de desove localizadas en otras zonas del Mar Argentino. Debe considerarse también la existencia de un área de concentración en el borde del talud de ejemplares adultos de calamar que tiene lugar en el invierno dado por ejemplares que provienen del stock norpatagónico-bonaerense. 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 primavera y verano.

2.3.4 Tortugas Marinas

Las tortugas marinas son consideradas las 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.

En base a estudios electrofisiológicos de las respuestas auditivas del tronco encefálico de tortugas marinas (ABR por sus siglas en inglés), 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 (Ridgway 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.

Experimentos controlados de exposición de tortugas marinas a ruidos indicaron que los animales aumentan su velocidad de natación y tienen comportamientos erráticos indicativos de comportamientos de evasión (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, 5 de ellas han sido reportadas para el área directa y adyacencias del proyecto: la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga olivácea (*Lepidochelys olivácea*) 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>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey
			<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivácea
			<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd o siete quillas

Las dos especies con más registros en la región son la tortuga laúd o siete quillas (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), habiendo ocurrencias confirmadas por telemetría satelital dentro del área de influencia directa. La tortuga verde (*Chelonia mydas*) presenta registros numerosos en las proximidades del AID. Ejemplares de *Lepidochelys olivacea* y *Eretmochelys imbricata* son registrados ocasionalmente. Esta última sólo fue registrada en dos oportunidades varada en la costa bonaerense (González Carman et al., 2012).

Todas las especies de tortugas marinas están incluidas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en apéndices de la Convención de Especies Migradoras (CMS) y de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (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).

Para la Tortuga cabezona el estuario del Río de la Plata es un área de alimentación importante. Durante el verano y otoño, los individuos utilizaron la zona estuarina exclusivamente, mientras que durante el invierno y la primavera habitan la plataforma en aguas del sur de Brasil y aguas costeras del este. El movimiento hacia estas aguas más cálidas comienza durante el otoño. Desde la primavera hasta el otoño, con áreas de elevada fidelidad por parte de los individuos marcados (Gonzalez Carman et al., 2016).

En el caso de la Tortuga verde en la latitud del proyecto sería más frecuente su presencia en los meses del periodo estival (González Carman et al., 2012).

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 (PAN-TORTUGAS, 2014; Prosdociimi et al., 2014).

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 información general del rango de distribución, que incluye de manera total o parcial la región de influencia del proyecto.
- 2 Publicaciones que presentan registros de la especie en el área de influencia indirecta pero no se superponen con el área de influencia directa.
- 3 Publicaciones con datos de ocurrencia de la especie dentro del área de influencia directa.

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	UICN ¹	CMS ²	CITES ³
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba o cabezona	VU	I	I
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	EN	I	I
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga Carey	EN	I	I
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivácea	VU	I	I
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd o siete quillas	VU	I	I

¹IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2019: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción (www.iucnredlist.org): DD: datos insuficientes; LR/lc: riesgo bajo, no califica para las categorías de conservación; LR/cd: riesgo bajo, conservación dependiente; LR/nt: riesgo bajo, cercano a amenazada. VU: vulnerable; EN: en peligro.

²CMS (Convención on Migratory Species). El Apéndice I enumera las especies migratorias en peligro y en el Apéndice II se enumera las especies migratorias cuyo estado de conservación sea desfavorable y que necesiten que se concluyan acuerdos internacionales para su conservación, cuidado y aprovechamiento, así como aquellas cuyo estado de conservación se beneficiaría considerablemente de la cooperación internacional resultante de un acuerdo internacional.

³CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres) Apéndice 2013 (<http://www.cites.org/sites/default/files/esp/app/2013/S-Appendices-2013-06-12.pdf>): En el Apéndice I se incluyen las especies que están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En estos casos excepcionales, puede realizarse la transacción comercial siempre y cuando se autorice mediante la concesión de un permiso de importación y un permiso de exportación (o certificado de reexportación). En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.



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

Criterio	Score
Presencia	
Registros ocasionales	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

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 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, 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	2	0	0,62
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	2	3	0	0,62
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	1	3	0	0,5
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivácea	1	2	0	0,37
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd o siete quillas	3	2	0	0,62

En la Tabla 3 se presentan los periodos de ocurrencia probable para el área de influencia. La zona se caracteriza por la presencia frecuente y abundante de tortuga laúd o siete quillas (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga cabezona (*Caretta caretta*) habiendo ocurrencias confirmadas por telemetría satelital dentro del área de influencia directa. La tortuga verde (*Chelonia mydas*) presenta registros numerosos en las proximidades del área de prospección. Ejemplares de tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) fueron registradas ocasionalmente, sin especificar temporalidad.

Tabla 11. Distribución 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)												

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. El Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102 se encuentra 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 octubre a diciembre 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, siendo valorada como moderada la sensibilidad.

2.3.5 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, 2009). Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénicos que los mamíferos.

Para el área de influencia directa de CAN 102 y adyacencias, se registran 47 especies, distribuidas en cuatro órdenes: Charadriiformes (chorlos y salteadores) con cuatro especies, Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 37 especies, Pelecaniformes con tres especies y Spheniciformes (pingüinos), con tres especies.

Respecto al estado de conservación, los Procellariiformes presentan varias especies con categorías de amenazas de extinción de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y varias especies están bajo el convenio de la Convención de Especies Migratorias (CMS). Las especies de pingüinos también figuran bajo amenaza. Las especies de aves presentes en la región no están bajo ningún apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES).

Las especies muy frecuentes y abundantes en la región son: Albatros errante (*Diomedea exulans*), Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), Pardela oscura (*Ardenna grisea*), Pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*) y el gaviotín ártico (*Sterna paradisaea*).

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 información general del rango de distribución, que incluye de manera total o parcial la región de influencia del proyecto.
- 2 Publicaciones que presentan registros de la especie en el área de influencia indirecta pero no se superponen con el área de influencia directa.
- 3 Publicaciones con datos de ocurrencia de la especie dentro del área de influencia directa.

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 (VU) o casi amenazada (NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR en peligro crítico / EP en peligro, / EN peligro / A amenazada)

Categorías Sensibilidad Auditiva

Muchas aves marinas tienen capacidades para bucear, pero la mayoría sólo realiza inmersiones cortas y superficiales (Del Hoyo et al., 2017). Sin embargo, 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 3 especies potenciales de pingüinos en la zona, con presencia confirmada y frecuente para el pingüino penacho amarillo y el pingüino de Magallanes, y potencial para el pingüino de barbijo. 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, petrel ceniciento, petrel de anteojos, varias especies de pardela y el piquero pardo 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 (paiños) y Characiformes de las Familias Laridae (gaviotines) y Stercorariidae (salteadores 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):



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). 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 más 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 importante 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 a 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 menos de 100 km.

- 0 Alejada. Se consideró que se encuentran a más de 100 km de la 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	Especie	Nombre comun	Presencia	CAT-AR 2015 ¹	UICN-2020 ²	Sensibilidad Auditiva ³	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	2	EN	VU	P	No	alejadas
		<i>Pygoscelis antarctica</i>	Pingüino de barbijo	1	VU	LC	P	No	alejadas
		<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	2	VU	NT	P	No	alejadas
Procellariiformes	Diomedidae	<i>Diomedea dabbenena</i>	Albatros de Tristán	2	NA(oc)	CR	NB	Si	alejadas
		<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real	2	VU	VU	NB	Si	alejadas
		<i>Diomedea exulans</i>	Albatros errante	3	AM	VU	NB	Si	alejadas
		<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	2	VU	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Phoebastria fusca</i>	Albatros oscuro	2	NA(oc)	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Phoebastria palpebrata</i>	Albatros manto claro	1	NA	NT	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche carteri</i>	Albatros corona blanca	2	NA	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche cauta</i>	Albatros	2	NA	NT	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Albatros pico fino del atlántico	2	EN	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros cabeza gris	2	EC	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatros ceja negra	3	VU	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Thalassarche steadi</i>	Albatros capucha blanca	2	NA(oc)	NT	NB	Si	alejadas
	Hydrobatidae	<i>Fregetta grallaria</i>	Petrel de las tormentas de vientre blanco	2	NA(oc)	LC	NB	No	alejadas
		<i>Fregetta tropica</i>	Paiño vientre negro	2	NA	LC	NB	No	alejadas
	Oceanitiidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	Paiño cara blanca	2	NA	LC	NB	No	alejadas
		<i>Pelagodroma marina</i>	Paiño común	1	NA(oc)	LC	NB	No	alejadas
	Procellariidae	<i>Aphrodroma brevirostris</i>	Petrel plumizo	2	NA(oc)	LC	B	Si	alejadas
		<i>Calonectris diomedea</i>	Pardela grande	2	NA	LC	B	Si	alejadas
		<i>Calonectris edwardsii</i>	Pardela de Cabo Verde	2	NA	NT	B	Si	alejadas
		<i>Daption capense</i>	Petrel damero	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Fulmarus glacialis</i>	Petrel plateado	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel azulado	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante común	2	VU	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante oscuro	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Pachyptila belcheri</i>	Prión de pico fino	2	VU	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Pachyptila desolata</i>	Prión antártico o prión pico ancho	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Pagodroma nivea</i>	Petrel blanco	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel barba blanca	2	AM	VU	B	Si	alejadas
		<i>Procellaria cinerea</i>	Petrel ceniciento	2	NA(oc)	NT	B	Si	alejadas
		<i>Procellaria conspicillata</i>	Petrel de anteojos	2	NA(oc)	VU	B	Si	alejadas
		<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Petrel de Trinidad	2	NA(oc)	VU	NB	Si	alejadas
		<i>Pterodroma incerta</i>	Petrel cabeza parda	2	NA	EN	NB	Si	alejadas
		<i>Pterodroma mollis</i>	Petrel plumaje suave o collar gris	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Puffinus assimilis</i>	Pardela chica	2	IC	LC	B	Si	alejadas
		<i>Puffinus gravis</i>	Pardela cabeza negra	3	NA	LC	B	Si	alejadas
		<i>Puffinus griseus</i>	Pardela oscura	3	NA	NT	B	Si	alejadas



Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Presencia	CAT-AR 2015 ¹	UICN-2020 ²	Sensibilidad Auditiva ³	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
		<i>Puffinus puffinus</i>	Pardela boreal	2	NA	LC	B	Si	alejadas
Pelecaniformes	Pelecanoididae	<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Petrel zambullidor	2	NA	LC	B	Si	alejadas
	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	2	NA	LC	B	Si	alejadas
		<i>Sula leucogaster</i>	Piquero pardo	2	NA(oc)	LC	B	Si	alejadas
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Stercorarius skua</i>	Salteador grande	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
		<i>Stercorarius longicaudus</i>	Salteador coludo	2	NA	LC	NB	Si	alejadas
	Sternidae	<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	3	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).

³ P Buceadores de profundidad, B Buceadores superficiales, NB No buceadores



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

Criterio	Score
Presencia	
Registros ocasionales	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:

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

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	Especie	Nombre comun	Presencia	Valor de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias	Suma Relativa
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	2	3	3	0	0	0.67
		<i>Pygoscelis antarctica</i>	Pingüino de barbijo	1	2	3	0	0	0.50
		<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	2	2	3	0	0	0.58
Procellariiformes	Diomedelidae	<i>Diomedea dabbenena</i>	Albatros de Tristán	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real	2	2	1	1	0	0.50
		<i>Diomedea exulans</i>	Albatros errante	3	3	1	1	0	0.67
		<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Phoebastria fusca</i>	Albatros oscuro	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Phoebastria palpebrata</i>	Albatros manto claro	1	2	1	1	0	0.42
		<i>Thalassarche carteri</i>	Albatros corona blanca	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Thalassarche cauta</i>	Albatros	2	2	1	1	0	0.50
		<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Albatros pico fino del atlántico	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros cabeza gris	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatros ceja negra	3	2	1	1	0	0.58
		<i>Thalassarche steadi</i>	Albatros capucha blanca	2	2	1	1	0	0.50
	Hydrobatidae	<i>Fregetta grallaria</i>	Petrel de las tormentas de vientre blanco	2	1	1	0	0	0.33
		<i>Fregetta tropica</i>	Paiño vientre negro	2	1	1	0	0	0.33
	Oceanitiidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	Paiño cara blanca	2	1	1	0	0	0.33
		<i>Pelagodroma marina</i>	Paiño común	1	1	1	0	0	0.25
	Procellariidae	<i>Aphrodroma brevirostris</i>	Petrel plumizo	2	1	2	1	0	0.50
		<i>Calonectris diomedea</i>	Pardela grande	2	1	2	1	0	0.50
		<i>Calonectris edwardsii</i>	Pardela de Cabo Verde	2	2	2	1	0	0.58
		<i>Daption capense</i>	Petrel damero	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Fulmarus glacialis</i>	Petrel plateado	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel azulado	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante común	2	2	1	1	0	0.50
		<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante oscuro	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Pachyptila belcheri</i>	Prion de pico fino	2	2	1	1	0	0.50
		<i>Pachyptila desolata</i>	Prion antártico o prion pico ancho	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Pagodroma nivea</i>	Petrel blanco	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel barba blanca	2	3	2	1	0	0.67
		<i>Procellaria cinerea</i>	Petrel ceniciento	2	2	2	1	0	0.58
		<i>Procellaria conspicillata</i>	Petrel de anteojos	2	2	2	1	0	0.58
		<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Petrel de Trinidad	2	2	1	1	0	0.50
		<i>Pterodroma incerta</i>	Petrel cabeza parda	2	3	1	1	0	0.58
		<i>Pterodroma mollis</i>	Petrel plumaje suave o collar gris	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Puffinus assimilis</i>	Pardela chica	2	1	2	1	0	0.50
		<i>Puffinus gravis</i>	Pardela cabeza negra	3	1	2	1	0	0.58
		<i>Puffinus griseus</i>	Pardela oscura	3	2	2	1	0	0.67



Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Presencia	Valor de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias	Suma Relativa
		<i>Puffinus puffinus</i>	Pardela boreal	2	1	2	1	0	0.50
Pelecaniformes	Pelecanoididae	<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Petrel zambullidor	2	1	2	0	0	0.42
	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	2	1	2	0	0	0.42
		<i>Sula leucogaster</i>	Piquero pardo	2	1	2	0	0	0.42
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Stercorarius skua</i>	Salteador grande	2	1	1	1	0	0.42
		<i>Stercorarius longicaudus</i>	Salteador coludo	2	1	1	1	0	0.42
	Sternidae	<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	3	1	1	1	0	0.50



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 el área CAN 102 para las 3 especies de pingüinos de presencia potencial quedó clasificada como moderada. De las especies identificadas el más probable en la zona es el pingüino de Magallanes. El pingüino penacho amarillo se encuentra amenazado en categoría Vulnerable. Las 3 especies de pingüinos 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 plumizo, la pardela grande, la pardela cabo verde, petrel barba blanca, petrel ceniciento, petrel de anteojos, pardela cabeza negra y pardela oscura, 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 y el petrel de anteojos, que además de ser abundantes se encuentran con un elevado grado de amenaza. 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 especies registradas de varios ordenes; dentro de los Procellariiformes con presencia de las familias Diomedidae (albatros), Procellariidae (petreles gigantes), Hydrobatidae (paiño y petrel de las tormentas), Oceanitidae (paiños), Pelecaniformes de las familias Pelecanoididae (petreles y piqueros), y Charadriiformes de las Familias Sternidae (gaviotín artico) y Stercorariidae (salteadores y escúas). La sensibilidad quedó definida como moderada para todas las especies, a excepción del Paiño común (*Pelagodroma marina*), que presento una baja sensibilidad.

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 Buceadores (B) y No Buceadores (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 y Silva Rodríguez (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 Tabla 16 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. Distribución 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>Eudiptes chrysocome</i>	Pingüino penacho amarillo	2													Putz et al., 2002; Costa, 2016; Veit, 1995; Barquete et al., 2006
<i>Pygoscelis antarcticus</i>	Pingüino de barbijo	1													Sin datos
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	2													OBIS, Falabella et al., 2009, Cook y Mills, 1972, Chavez et al., 2014
<i>Diomedea dabbenena</i>	Albatros de Tristán	2													OBIS, Seabird tracking database
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real	2													OBIS, Seabird tracking database; Cook y Mills, 1972; Chavez et al., 2014
<i>Diomedea exulans</i>	Albatros errante	3													OBIS, Seabird tracking database, Falabella et al., 2009, Chavez et al., 2014
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	2													OBIS, Seabird tracking database; Falabella et al., 2009; Chavez et al., 2014
<i>Phoebetria fusca</i>	Albatros oscuro	2													OBIS, Seabird tracking database
<i>Phoebetria palpebrata</i>	Albatroz manto claro	1													OBIS, Seabird tracking database; Falabella et al., 2009
<i>Thalassarche carteri</i>	Albatros corona blanca	2													Sin datos
<i>Thalassarche cauta</i>	Albatros	2													Savigny y Carbajal 2015, Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles (ACAP). http://www.acap.aq 2019
<i>Thalassarche chlororhynchus</i>	Albatros pico fino del Atlántico	2													OBIS, Kylin 2013
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros cabeza gris	2													OBIS, Falabella et al., 2009, Clay et al., 2016
<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatros ceja negra	3													OBIS, Falabella et al., 2009; Carneiro et al., 2020; Orgeira, 2001
<i>Thalassarche steadi</i>	Albatros capucha blanca	2													Savigny y Carbajal, 2015
<i>Fregetta grallaria</i>	Petrel de las tormentas de vientre blanco	2													Kylin, 2013; Orgeira, 2001
<i>Fregetta tropica</i>	Paiño vientre negro	2													Kylin, 2013
<i>Oceanites oceanicus</i>	Paiño cara blanca	2													OBIS, Quillfeldt et al., 2015; Veit, 1995; Chavez et al., 2014
<i>Pelagodroma marina</i>	Paiño común	1													Montalti y Orgeira, 1997; Veit, 1988; Kylin, 2013



Nombre científico	Nombre común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Referencias
<i>Aphrodroma brevirostris</i>	Petrel plumizo	2													OBIS
<i>Calonectris diomedea</i>	Pardela grande	2													OBIS, Veit 1995
<i>Calonectris edwardsii</i>	Pardela de Cabo Verde	2													OBIS
<i>Daption capense</i>	Petrel damero	2													Seabird tracking database, Kylin 2013
<i>Fulmarus glacialis</i>	Petrel plateado	2													Seabird tracking database, Kylin 2013
<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel azulado	2													Quillfeldt et al., 2017
<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante común	2													OBIS, Cook y Mills, 1972, Quintana et al., 2005, Falabella et al., 2009, Chavez et al., 2014
<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante oscuro	2													OBIS, Falabella et al., 2009; Chavez et al., 2014
<i>Pachyptila belcheri</i>	Prión pico fino	2													OBIS, Kylin, 2013; Quillfeldt et al., 2017
<i>Pachyptila desolata</i>	Prión antártico o prion pico ancho	2													OBIS, Navarro et al., 2015; Quillfeldt et al., 2013; Quillfeldt et al., 2017
<i>Pagodroma nivea</i>	Petrel blanco	2													OBIS
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel barba blanca	2													OBIS; Falabella et al., 2009; Cook y Mills, 1972; Chavez et al., 2014
<i>Procellaria cinerea</i>	Petrel ceniciento	2													OBIS, Orgeira, 2001
<i>Procellaria conspicillata</i>	Petrel de anteojos	2													OBIS, Chavez et al., 2014
<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Petrel de Trinidad	2													Ramos et al., 2017; Krüger et al., 2016; Savigny et al., 2005, Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF).Accedido 2019.
<i>Pterodroma incerta</i>	Petrel cabeza parda	2													OBIS, Veit, 1995; Orgeira, 2001; Pastor-Prieto et al., 2019; Ramos et al., 2017
<i>Pterodroma mollis</i>	Petrel collar gris	2													OBIS, Ramos et al., 2017
<i>Puffinus assimilis</i>	Pardela chica	2													OBIS
<i>Puffinus gravis</i>	Pardela cabeza negra	3													OBIS, Cook y Mills, 1972, Chavez et al., 2014
<i>Puffinus griseus</i>	Pardela oscura	3													OBIS, Cook y Mills, 1972, Chavez et al., 2014
<i>Puffinus puffinus</i>	Pardela boreal	2													OBIS; Seabird tracking database
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Petrel zambullidor	2													Fromant et al., 2020



Nombre científico	Nombre común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Referencias
<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	2													Jimenez y Domingo, 2009
<i>Sula leucogaster</i>	Piquero pardo	2													OBIS
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	2													Gilg et al., 2013, Kylin, 2013
<i>Stercorarius skua</i>	Salteador grande	2													OBIS
<i>Stercorarius longicaudus</i>	Salteador coludo	2													Gilg et al., 2013, Veit, 1985, Kylin, 2013
<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	3													OBIS, Egevang et al., 2010, Hromádková et al., 2020, Seabird tracking database
															Epoca de mayor observación 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 algunos migradores interhemisféricos. Además, el área es importante como corredor migratorio para las especies de pingüinos mencionadas en este estudio. 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 actividad y de influencia directa del proyecto, volviéndose más importante en el sector del frente del talud (el cual se encuentra a más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos).

Si bien Favero y Silva Rodríguez (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.

2.3.6 Mamíferos Marinos

Se contabilizaron 45 especies potencialmente presentes para el Área directa y adyacencias del proyecto, con ocurrencias confirmadas para sólo 15 de ellas. El orden Carnívora comprende cuatro especies de otaridos (lobos y leones marinos) y tres de fócidos (focas verdaderas). El orden Cetartiodactilia (anteriormente Cetacea) incluye nueve especies de cetáceos misticetos (ballenas) y 29 de cetáceos odontocetos (delfines, orcas y marsopas) (Bastida y Rodríguez, 2003). Hay cinco especies con ocurrencias registradas en el área de influencia de CAN 102, que coinciden con las especies con mayores ocurrencias para el área de influencia del proyecto: el elefante marino (*Mirounga leonina*), el lobo marino de dos pelos antártico (*Arctocephalus gazella*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*), el delfín piloto (*Globicephalas melas*) y la ballena franca austral (*Eubalaena australis*).

Tres de las especies con presencia en el área de influencia se encuentran amenazadas. La ballena Sei (*Balaenoptera borealis*), la ballena azul *Balaenoptera musculus* y la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) se encuentran de acuerdo a su riesgo de extinción en la categoría En Peligro.

La ballena franca austral, se encuentra en la categoría Preocupación menor (SAREM 2019 y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -UICN-). La Convención de Especies Migradoras (CMS), por su parte, incluye a la ballena franca austral en el Apéndice I debido a ser una especie migradora. El cachalote (*Physeter macrocephalus*) y el delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*) son vulnerable en ambas categorizaciones, mientras que el delfín de pico corto (*Delphinus delphis*) es una especie migratoria que se encuentra categorizada como preocupación menor.

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 el 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 información general del rango de distribución, que incluye de manera total o parcial la región de influencia del proyecto.
- 2 Publicaciones que presentan registros de la especie en el área de influencia indirecta pero no se superponen con el área de influencia directa
- 3 Publicaciones con datos de ocurrencia de la especie dentro del área de influencia directa

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 (LC) o no amenazada (NA)
- 2 Se encuentra considerada vulnerable (VU) o casi amenazada – (NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR en peligro crítico / EP en peligro, / EN peligro / A amenazada)

Ciertas especies han sido clasificadas con Datos Insuficientes en ambas valoraciones. En todos los casos se trató de especies incluidas 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 considerada monumento natural de Argentina 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, 2011). 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 del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS por sus siglas del inglés National Marine Fisheries Service) (2018), y de la Convención de Especies Migradoras (CMS por sus siglas del inglés Convention on Migratory Species) (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 y colaboradores (2007) actualizada con información más reciente dada por Southall y colaboradores (2019). Las descripciones de cada grupo están tomadas mayoritariamente de las guías del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (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 y colaboradores (2019) pero para carnívoros se han mantenido las de las guías del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (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, Andrew, Cuvier, ballena nariz de botella del sur) Familia Physeteridae (cachalote) Familia Delphinidae (orca)
			Familia Delphinidae (delfín de pico corto, de Risso, de Fraser, moteado pantropical, listado, nariz de botella, liso austral, oscuro, de hocico estrecho, calderón o piloto, orca pigmea, falsa orca, orca, delfin rotador)
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>Lagenorhynchus</i> (delfín austral y delfín cruzado)
PW	Carnívoros Fócidos	50 Hz a 86 kHz	Familia Phocidae (foca leopardo, cangrejera, elefante marino del sur)
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	60 Hz a 39 kHz	Familia Otariidae (lobo marino de un pelo, de dos pelos sudamericano, de dos pelos subantártico, de dos pelos Antártico).

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.

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Presencia	CatAr-2019 ^a	UICN-2020-1 ^b	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto ^d	Reproducción
Carnivora	Otaridae	<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo marino de dos pelos antártico	4	LC	LC	PO (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	LC	LC	PO (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos sudamericano, lobo de pelo fino	1	LC	LC	PO (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Otaria flavescens</i>	León marino o Lobo marino de un pelo sudamericano	2	LC	LC	PO (con superposición)	No se reproduce en la zona
	Phocidae	<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo	1	LC	LC	PW (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Lobodon carcinophagus</i> (=Lobodon carcinophaga)	Foca cangrejera	1	LC	LC	PW (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino	3	LC	LC	PW (con superposición)	No se reproduce en la zona
Cetartiodactyla	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>	Ballena Franca Austral	4	LC	LC	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke enana	1	DD	LC	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena minke antártica, rorcual menor antártico	1	DD	NT	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei, rorcual de Rudolphi	2	EN	EN	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde	1	DD	LC	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	1	EN	EN	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Balaenoptera physalus</i> (=Balaenoptera physalis)	Ballena fin, Rorcual común	1	EN	VU	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada, yubarta	2	LC	LC	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
	Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	1	DD	LC	LF (con superposición)	No se reproduce en la zona
	Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	1	DD	DD	VHF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	1	NA	DD	VHF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
	Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín de pico corto	2	LC	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	1	NA	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Globicephala melas</i> (=Globicephala melaena)	Delfín Piloto o Calderón	3	LC	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	1	LC	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	2	DD	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	2	LC	LC	VHF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado	1	DD	LC	VHF (sin superposición)	sin datos sobre



Orden	Familia	Especies	Nombre común	Presencia	CatAr-2019 ^a	UICN-2020-1 ^b	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto ^d	Reproducción
								reproducción
		<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	2	LC	LC	VHF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso austral	1	DD	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	1	DD	NT	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Orcinus orca</i>	Orca	2	LC	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Stenella attenuata</i>	Delfín rotador	1	NA	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Stenella longirostris</i>	Delfín moteado pantropical	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	2	LC	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de hocico estrecho o de dientes rugosos	1	DD	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella, Tonina Nariz de Botella	2	VU ^c	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
	Phocoenidae	<i>Phocoena dioptrica</i> (=Australophocaena dióptrica)	Marsopa de anteojos	1	LC	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> (=Physeter catodon)	Cachalote	4	VU	VU	HF (sin superposición)	No se reproduce en la zona
	Ziphiidae	<i>Berardius arnuxii</i>	Ballena rostrada, zifio de Arnoux	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Hyperoodon planifrons</i>	Ballena nariz de botella del sur, Delfín de Frente Plana	1	DD	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray, Ballena rostrada de Gray	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Héctor, Ballena rostrada de Hector	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard, Ballena rostrada de Layard	1	DD	DD	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
		<i>Mesoplodon bowdoini</i>	Zifio de Andrew, Ballena rostrada de Andrew	1	DD	DD	HF (sin superposición)	No se reproduce en la zona
		<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier, Ballena rostrada de Cuvier	1	DD	LC	HF (sin superposición)	sin datos sobre reproducción
	Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Franciscana	1	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*: *Tursiops truncatus gephyreus* corresponde a la población presente en Bahía San Antonio, Río Negro y tiene categoría EN, que difiere genéticamente de *Tursiops truncatus truncatus* que forma las poblaciones de Uruguay y sur de Brasil y para la cual no se cuenta con información para categorizarla (DD).

^d LF Cetáceos de frecuencias bajas, HF Cetáceos de frecuencias altas, VHF Cetáceos de frecuencias muy altas, PWCarnívoros Focidos, PO Pinnípedos Otaridos y otros carnívoros



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

Criterio	Score
Presencia	
Registros ocasionales	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:

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

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	Especies	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Suma relativa
Carnivora	Otaridae	<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo marino de dos pelos antártico	3	1	3	0	0,64
		<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	1	3	0	0,45
		<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos sudamericano, lobo de pelo fino	1	1	3	0	0,45
		<i>Otaria flavescens</i>	León marino o Lobo marino de un pelo sudamericano	2	1	3	0	0,55
	Phocidae	<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo	1	1	3	0	0,45
		<i>Lobodon carcinophagus</i> (= <i>Lobodon carcinophaga</i>)	Foca cangrejera	1	1	3	0	0,45
		<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino	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, rorcual menor antártico	1	2	3	0	0,55
		<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei, rorcual de Rudolphi	2	3	3	0	0,73
		<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde	1	1	3	0	0,45
		<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	1	3	3	0	0,64
		<i>Balaenoptera physalus</i> (= <i>Balaenoptera physalis</i>)	Ballena fin, Rorcual común	1	3	3	0	0,64
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada, yubarta	2	1	3	0	0,55
	Neobalaenidae	<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	1	1	3	0	0,45
	Kogidae	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	1	1	1	2	0,45
		<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	1	1	1	2	0,45
	Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín de pico corto	2	1	1	2	0,55
		<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	1	1	1	2	0,45
		<i>Globicephala melas</i> (= <i>Globicephala melaena</i>)	Delfín Piloto o Calderón	3	1	1	2	0,64
		<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	1	1	1	2	0,45
		<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	2	1	1	2	0,55
		<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	2	1	1	2	0,55
		<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>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	1	1	1	2	0,45
		<i>Orcinus orca</i>	Orca	2	1	1	2	0,55
		<i>Stenella attenuata</i>	Delfín rotador	1	1	1	2	0,45
		<i>Stenella longirostris</i>	Delfín moteado pantropical	1	1	1	2	0,45
		<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	2	1	1	2	0,55
		<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de hocico estrecho o de dientes rugosos	1	1	1	2	0,45
		<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella, Tonina Nariz de Botella	2	2	1	2	0,64
	Phocoenidae	<i>Phocoena dioptrica</i> (= <i>Australophocaena dióptrica</i>)	Marsopa de anteojos	1	1	1	2	0,45
		<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	1	1	1	2	0,45
	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> (= <i>Physeter catodon</i>)	Cachalote	3	2	1	2	0,73



Orden	Familia	Especies	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Suma relativa
	Ziphiidae	<i>Berardius arnuxii</i>	Ballena rostrada, zifio de Arnoux	1	1	1	2	0,45
		<i>Hyperoodon planifrons</i>	Ballena nariz de botella del sur, Delfín de Frente Plana	1	1	1	2	0,45
		<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray, Ballena rostrada de Gray	1	2	1	2	0,55
		<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Héctor, Ballena rostrada de Hector	1	1	1	2	0,45
		<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard, Ballena rostrada de Layard	1	1	1	2	0,45
		<i>Mesoplodon bowdoini</i>	Zifio de Andrew, Ballena rostrada de Andrew	1	1	1	2	0,45
		<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier, Ballena rostrada de Cuvier	1	1	1	2	0,45
	Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Franciscana	1	2	1	2	0,55



Cetáceos de frecuencias bajas (LF). Este grupo contiene todos los cetáceos del orden Mysticeti (ballenas verdaderas o *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 que se avista con mayor frecuencia en el área del proyecto. Todas las especies están protegidas legalmente. No es área de cría para la ballena franca austral.

En relación a las especies clasificadas como alta sensibilidad, resulta importante mencionar que la ballena franca austral recibió la mayor valoración de conservación debido a que la misma es Patrimonio Natural de la Argentina, pero la especie presenta preocupación menor tanto en Argentina como a Nivel Internacional. Al considerar esta situación la sensibilidad sería clasificada como moderada. La ballena sei también clasificada como de alta sensibilidad, presentan problemas de conservación y se encuentra en peligro de extinción. La ballena fin clasificada como de moderada sensibilidad se encuentra amenazada en categoría vulnerable. No obstante, no son consideradas abundantes en el sector analizado ni en otros sectores del Mar Argentino.

Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración (Dunlop et al., 2013).

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 (click de Alta Frecuencia Banda Ancha Delfinidos –BBHF-, click para ballena picuda frecuencia Modulada –FM- y click multipulso de banda ancha Baja Frecuencia para Ballena espermática -MP-) (Fenton et al., 2014). A este grupo de cetáceos pertenece la mayoría de las especies de la familia Delphinidae (como el delfín común, el calderón o delfín piloto, la orca, etc.), la familia Ziphiidae (ej. Zifio de Hector, etc.) 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 en su mayoría 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 el cachalote (*Physeter macrocephalus*), tampoco presenta superposición con el rango de frecuencias, presenta una alta sensibilidad debido a su importancia en el área de influencia y por ser una especie categorizada como vulnerable.



Si bien hay muchas especies probables para la zona de estudio, sólo hay cinco que son consideradas frecuentes para la zona de acuerdo a la metodología considerada en este análisis: la orca, el delfín oscuro, el calderón o delfín piloto, el cachalote y el delfín nariz de botella. Para las especies del grupo de Cetáceos de frecuencias altas (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 (Pirota 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.

Si bien se desconocen las áreas reproductivas del cachalote, las áreas de máxima concentración de esta especie se corresponden con aguas oceánicas tropicales y subtropicales. Habita cañones submarinos profundos, zonas del talud continental y también zonas de plataforma, desde los 200 hasta los 2000 m de profundidad. Observaciones realizadas en primavera-verano en mar abierto han registrado la presencia frecuente de la especie en áreas coincidentes con el área de influencia CAN 102 (Mandiola et al., 2015). Estas concentraciones estarían asociadas con las pesquerías de merluza negra y calamares, una de ella ubicada al Norte de la provincia de Buenos Aires (Bastida et al., 2007b; Mandiola et al., 2015). Di Tullio et al. (2016) investigaron los patrones de distribución de algunos cetáceos, tanto en la plataforma continental exterior (~ 150 m) como en el talud (1500 m) frente al sureste y sur Brasil, siendo el cachalote la especie más frecuente concentrada en toda la zona sur de Brasil, a profundidades superiores a los 1000 m en ambas estaciones. Este nicho está relacionado con áreas de alimentación profundas, donde encuentra su presa calamar. Con base en esta bibliografía probablemente el área de influencia también corresponda a una zona reproductiva de la especie.

Cetáceos de frecuencias muy altas (VHF). Este grupo se caracteriza por realizar vocalizaciones con picos de sonido de muy alta frecuencia (clics del tipo Alta Frecuencia Banda Estrecha para Marsopa –NBHF-), distintos de los cetáceos del grupo de frecuencias altas (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.

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). 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. Hasta la actualidad no existe información sobre umbrales de audición subacuáticas de nuestras especies de Fócidos sin embargo existen umbrales de audición subacuática para algunas de las especies del hemisferio norte en este grupo.



- **Pinnípedos Otáridos 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). Hasta la actualidad no existe información sobre umbrales de audición subacuáticas de nuestras especies de Otáridos sin embargo existen umbrales de audición subacuática para algunas de las especies del hemisferio norte en este grupo.

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.

De las 7 especies presentes en el área, 3 son las más frecuentes de encontrar; el Lobo marino de dos pelos antártico (*Arctocephalus gazella*), el lobo marino de un pelo sudamericano (*Otaria flavescens*) y el Elefante marino del sur (*Mirounga leonina*). Por su parte, el Lobo marino de dos pelos subantártico (*Arctocephalus tropicalis*), el Lobo marino de pelo fino (*Arctocephalus australis*), la Foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) y la foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*) son poco frecuentes, mayormente se desplazan por zonas costeras. Todos se encuentran 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. Merece señalarse que esto ocurre fundamentalmente en el ambiente terrestre y durante el periodo reproductivo y de amamantamiento. 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. Distribución temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris claro ocasional. 1-12 meses del año.

Nombre científico	Nombre común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Referencias
<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo marino de dos pelos antártico	3													OBIS, Falabella et al., 2009
<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos subantártico	1													OBIS
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos sudamericano, lobo de pelo fino	1													OBIS, Falabella et al., 2009
<i>Otaria flavescens</i>	León marino o Lobo marino de un pelo sudamericano	2													OBIS, Falabella et al., 2009
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo	1													Rodriguez et al., 2003, OBIS
<i>Lobodon carcinophagus</i>	Foca cangrejera	1													sin datos
<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino	3													OBIS, Falabella et al., 2009
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena Franca Austral	3													OBIS, Rowntree et al., 2001; 2008, Zerbini et al., 2015, Zerbini et al., 2018, Gonzalez Carman et al., 2019 http://siguiendoballenas.org/
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke enana	1													OBIS
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena minke antártica, rorcual menor antártico	1													OBIS
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei, rorcual de Rudolphi	2													OBIS
<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde	1													OBIS
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	1													OBIS
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin, Rorcual común	1													OBIS
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada, yubarta	2													OBIS, https://www.acsonline.org/humpback-whale
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	1													OBIS
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	1													OBIS
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	1													OBIS
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín de pico corto	2													OBIS
<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	1													Registros ocasionales(OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de



Nombre científico	Nombre común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Referencias
															influencia)
<i>Globicephala melas</i>	Delfín Piloto o Calderón	3													OBIS
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	1													Ricciardelli et al., 2011
<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	2													OBIS
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	2													OBIS
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	2													Obis
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso austral	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Orcinus orca</i>	Orca	2													OBIS
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín rotador	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Stenella longirostris</i>	Delfín moteado pantropical	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	2													OBIS
<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de hocico estrecho o de dientes rugosos	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella, Tonina Nariz de Botella	2													OBIS
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)



Nombre científico	Nombre común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Referencias
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	3													OBIS
<i>Berardius arnuxii</i>	ballena rostrada, zifio de Arnoux	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Ballena nariz de botella del sur, Delfín de Frente Plana	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray, Ballena rostrada de Gray	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Hector, Ballena rostrada de Héctor	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard, Ballena rostrada de Layard	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Mesoplodon bowdoini</i>	Zifio de Andrew, Ballena rostrada de Andrew	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier, Ballena rostrada de Cuvier	1													Registros ocasionales (OBIS. Sin información sobre temporalidad para el área de influencia)
<i>Pontoporia blainvillei</i>	Franciscana	1													OBIS



De acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia tendría una función como área de paso y eventual área de alimentación, si bien en la zona no existen estudios tróficos ni reproductivos sobre ningún mamífero marino. Si bien se desconoce si es un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes, no se puede descartar esto para algunas de las especies.

Si bien la sensibilidad podría considerarse moderada a lo largo de todo el año. En el caso de las 2 especies de ballenas (ballena franca y ballena sei) y el cachalote clasificados como de alta sensibilidad no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, pero en principio podría considerarse más crítico la primavera.

2.3.7 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. Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).

En relación al proyecto analizado, dado que el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102 se encuentran a más de 300 km de la zona costera, la interacción con estas áreas protegidas es en general irrelevante. No obstante, 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 de la ruta logística que conecta el Área de Adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata, y cuyo nivel de impacto es despreciable en relación a la multiplicidad de acciones antrópicas que se desarrollan en el lugar y que son totalmente ajenas a las actividades de la CAN 120.

Por otro lado, mediante la Ordenanza N° 12/98, la Prefectura Naval Argentina (PNA) ha definido Zonas de Protección Especial (ZPE) 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 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, se encuentran muy 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.

En relación al proyecto analizado, resulta importante mencionar que el Área de Maniobras se encuentra a más de 240 km de la costa, por lo que no habrá interacción con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) costeras. En tal sentido, como parte de las zonas que podrían verse afectadas se consideraron las ANP o Reservas de Biósfera cercanos al puerto de apoyo, es decir, Mar del Plata, siendo este el único sector en donde podría eventualmente registrarse alguna interferencia.



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. Las mismas resultan distantes del Área de Adquisición sísmica CAN 102, siendo la más cercana la R.P Salada Grande, ubicada en la costa argentina a más de 270 km del Área de Adquisición. No obstante, es importante mencionar que el AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata” se encuentra inserta dentro del área de influencia 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. Para el área de estudio cercana al Puerto de Mar del Plata se propone solo un área AICA marina, la que se ubica por fuera del área de influencia indirecta definida para el área de apoyo logístico del proyecto, a más de 15 km; Boca Albufera Mar Chiquita.

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.

Finalmente, en el contexto del Proyecto FREPLATA (2005) se realizó la identificación de Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP), en el Río de la Plata y su Frente Marítimo. El área núcleo más cercana al Área de Adquisición sísmica CAN 102, es la denominada Borde del Talud Sur, que se ubica a más de 70 km de distancia. El APP que la contiene es el Borde Talud localizada a 50 km del Área de Adquisición y por lo tanto se superpone con al área de influencia indirecta de la misma. 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 las APP Banco de Mejillones y el Borde Talud.

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 al Área de Adquisición es el Río de la Plata Profundo (RDP), la que se superpone parcialmente con el AII del Área de Adquisición (se ubica a más de 60 km de la misma) y cuyo vértice sudoeste se inserta en el área de influencia de la ruta de navegación. El Frente de Plataforma Media (FPM) se ubica a una distancia de más de 200 km del Área de Adquisición, mientras que el Frente del Talud (FT) se ubica a una distancia de 190 km, ambas áreas están por fuera del área de influencia.



En resumen, el área de influencia directa de CAN 102 no afecta 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 de la ruta logística que conecta las áreas de adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata. El área de influencia de la ruta logística también involucra al AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata”.

2.3.8 Navegación

Como parte de este factor, se analizan las eventuales interferencias en el tráfico normal de embarcaciones en la zona de estudio. En este sentido, es dable aclarar que el buque sísmico, despliega los cables sísmicos o *streamers* exclusivamente en el Área CAN 102 y si por algún motivo debe navegar hacia otras zonas, lo hace como cualquier otro buque que cuenta con los permisos de navegación correspondiente. Por su parte, el buque de apoyo a la campaña que cubre el derrotero entre el Puerto de Mar del Plata y el buque sísmico lo hace bajo las normas establecidas por la Prefectura Naval que es la que autoridad de aplicación encargada de controlar todo su accionar.

En función de lo detallado en la Línea de Base, la mayor densidad de las rutas marítimas se observa en la zona del Puerto de Mar del Plata, mientras que en la zona de adquisición correspondiente a CAN 102, se observa una densidad moderada.

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 la zona de adquisición de datos sísmicos, 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 del Plata.⁴

Como fuera mencionado en el Punto 2.3.3 en el área de influencia de CAN 102 hay actividad pesquera, estando presentes principalmente la flota fresca de altura y buques congeladores arrastreros. Debido a las distancias del Área de Maniobras a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de adquisición de datos sísmicos. Puntualmente para el Área de Maniobras de CAN 102 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras).

⁴ <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-55.5/centery:-40.1/zoom:6>



Por otro lado, la navegación de cabotaje uruguayo o desde ese país hacia Buenos Aires también realiza derrotas más cercanas a la costa desde y hacia los puertos del litoral marítimo patagónico y bonaerense hacia el Río de la Plata. Por esta razón, los buques que eventualmente pueden navegar en proximidades al área serían los que realizan una navegación oceánica desde o hacia alguno de los pasos bioceánicos o los que establecen circuitos de espera para ingresar al sistema fluvial de los ríos: de la Plata/ Paraná/ Uruguay, y aún estos también lo hacen más próximos a la costa.

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.

2.3.9 Infraestructura costa afuera

Este factor considera la afectación de instalaciones localizadas costa afuera, que podrían verse comprometidas por el accionar de los buques sísmicos.

Tal como fue detallado en la Línea de Base Ambiental, 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”.

En este caso, el área operativa del proyecto se encuentra a 100 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 que dicha infraestructura no se verá interferida por el proyecto y por lo tanto no es considerada sensible.

2.3.10 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 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.

De acuerdo a lo relevado en la LBA, de las campañas realizadas entre los años 2018 y 2020, la campaña del 2018, a cargo de la empresa SPECTRUM ASA SUCURSAL ARGENTINA (ahora TGS), involucró al Área de Adquisición sísmica objetivo del presente estudio, como así también una campaña más reciente identificada con fecha 20/03/2020. Se trata en ambos casos de campañas 2D.



2.3.11 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 eventuales 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, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada (Figura 1).

Entre las zonas sensibles existen áreas protegidas costeras, si bien las mismas no se corresponden con el Área de Adquisición de datos sísmicos. Las 4 áreas naturales protegidas se encuentran en las cercanías del área operativa del Puerto de Mar del Plata: Reserva Natural de Uso Múltiple y Reserva de Biósfera Albufera de Mar Chiquita - Refugio de Vida Silvestre, Reserva Nacional de la Defensa Campo Mar Chiquita Dragones de Malvinas, Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata". Además del único Parque Nacional, denominado Parque Nacional Campos del Tuyú creado en 2009, a partir de la unificación de varias reservas privadas.

En relación al proyecto analizado, resulta importante mencionar que el Área de Maniobras se encuentra a más de 240 km de la costa, por lo que no habrá interacción con las áreas naturales protegidas costeras. Entre éstas cabe mencionar la Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" que se insertan dentro del área de influencia de la ruta logística que conecta al área 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 marinas protegidas de alta mar (AMPs): Yaganes y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, todas ellas localizadas en el Atlántico Sur a más de 1.000 kilómetros del área 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 al Área de Adquisición es el Río de la Plata Profundo (RDP), la que se superpone parcialmente con el AI del Área de Adquisición (se ubica a más de 60 km de la misma) y cuyo vértice sudoeste se inserta en el área de influencia de la ruta de navegación. El Frente de Plataforma Media (FPM) se ubica a una distancia de más de 200 km del Área de Adquisición, mientras que el Frente del Talud (FT) se ubica a una distancia de 190 km, y por lo tanto ambas áreas están por fuera del área de influencia. El Frente del Talud 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 bordea al talud y 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, identificados como Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP). El área núcleo más cercana al Área de Adquisición sísmica CAN 102, es la denominada Borde del Talud Sur, que se ubica a más de 70 km de distancia. El APP que la contiene es el Borde Talud localizada a 50 km del Área de Adquisición y por lo tanto se superpone con al área de influencia indirecta de la misma.

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 102, siendo la más cercana la Reserva Natural de Uso Múltiple Laguna Salada Grande, ubicada en la costa Argentina a más de 270 km del Área de Adquisición. No obstante, es importante mencionar que el AICA “Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata” se encuentra inserta dentro del área de influencia de la ruta logística.

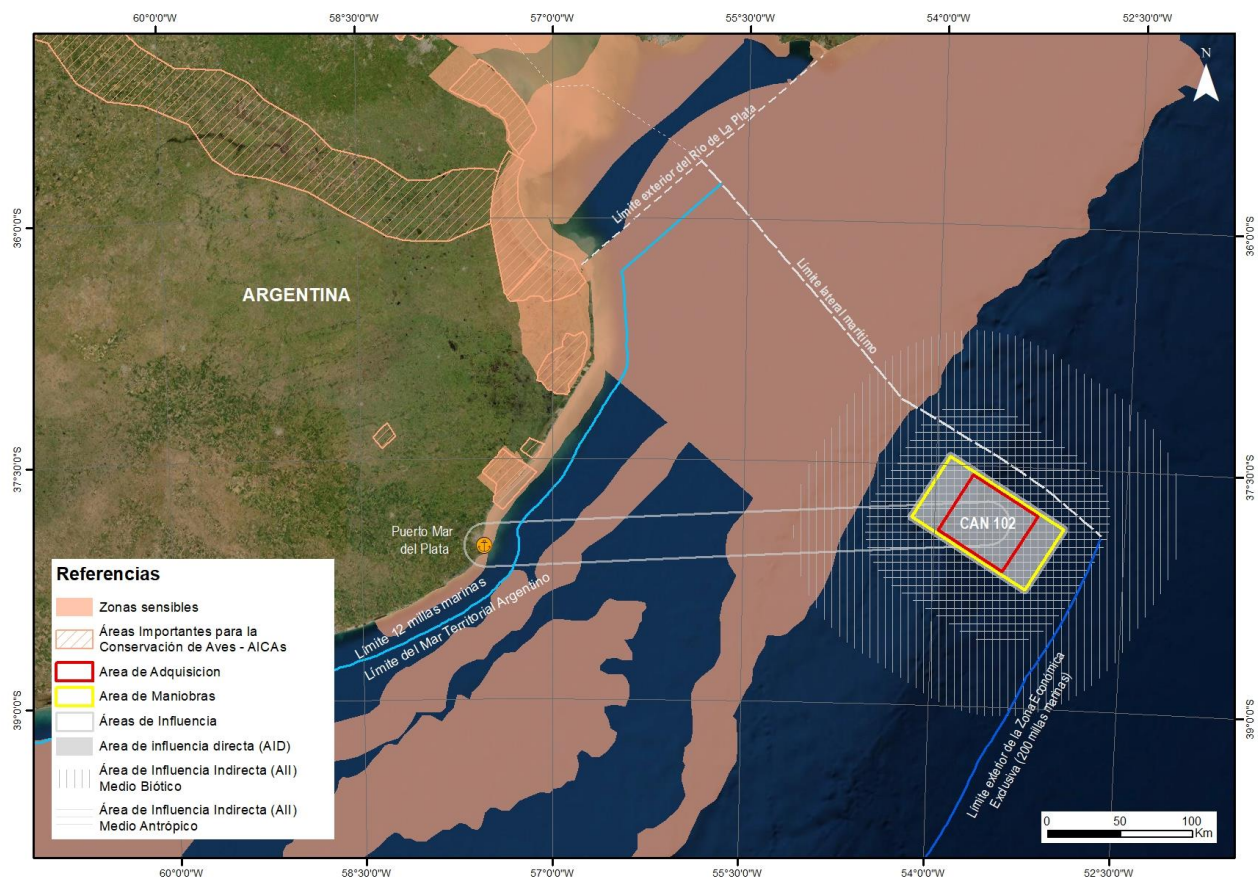


Figura 1. Mapa de zonas sensibles.

El área de influencia del proyecto no se superpone con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables.



En particular, surge del análisis desarrollado como parte del presente punto, que el área de influencia presenta una baja sensibilidad a lo largo de todo el año en relación a los invertebrados bentónicos. En el caso del fitoplancton, las especies que lo integran 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 el caso de zooplancton, los organismos que pueden presentar mayor grado de sensibilidad a la actividad sísmica son las larvas de crustáceos, siendo de grado intermedio durante la primavera y verano. Durante el otoño y el invierno pueden presentarse larvas de peces mictófidios y huevos y paralarvas del calamar argentino (*Illex argentinus*).

En cuanto al calamar argentino, las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían fuera del área de influencia directa de CAN 102, pero en el invierno se verifican algunas concentraciones de adultos en el borde del talud. En este sentido, se considera una sensibilidad moderada en el invierno y baja el resto del año. Un impacto adicional se daría por coincidencia con la deriva de huevos y paralarvas a partir del invierno y hasta primavera proveniente desde la zona sur por acción de la corriente de Malvinas. El área de influencia del proyecto no se superpone con las áreas de mayores desembarques del periodo 2003-2017 de cefalópodos.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como baja o media dependiendo de la especie analizada y su biología y ecología. Los resultados indican que la mayoría de los órdenes taxonómicos se ubican en la categoría de sensibilidad media. El Área de Adquisición registra una alta diversidad de condriictios, quedando este grupo clasificado en general como de moderada sensibilidad, si bien cabe señalar que se trata del grupo de peces menos estudiados a nivel internacional en cuanto a su sensibilidad acústica. 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) por lo 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. Al respecto el área de influencia directa de CAN 102 y adyacencias, soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual. Solo las pesquerías de abadejo y merluza austral podrían ser afectadas dependiendo del momento en que se realiza la prospección pesquera. En la zona del frente del talud, la actividad se incrementa, sobre todo durante los periodos de otoño e invierno. Sin embargo ésta se encuentra a más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras).

Ninguna de las especies de peces óseos de interés comercial posee su área de puesta o cría en el área de influencia directa de CAN 102. Para el área de influencia indirecta de CAN 102 se pueden registrar paralarvas de calamar, pero también es posible encontrarlas en la zona de prospección. No obstante éstas provienen de áreas de desove localizadas en otras zonas del Mar Argentino.

El área de influencia indirecta del proyecto se encuentra cercana a la zona de mayores capturas de la flota pesquera en la cuenca Norte durante el 2° trimestre del año. Por lo tanto, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, deberían focalizarse en primavera y verano para evitar así potenciales interferencias.



En relación a las tortugas marinas, el área de influencia del proyecto no es una zona de reproducción ni cría, pues las tortugas marinas no se reproducen en nuestro país. El área de influencia de CAN 102 constituye parte del corredor migratorio de las cuatro especies de tortugas registradas en el Mar Argentino. 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 durante verano y otoño (Prosdocimi et al., 2020), 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, siendo valorada como moderada la 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 algunos migradores interhemisféricos. En cuanto a las aves, el área de influencia del proyecto puede vincularse en parte con el corredor migratorio de los pingüinos, fundamentalmente el pingüino Magallánico (*Spheniscus magellanicus*). No obstante, tanto los pingüinos como otras aves voladoras 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 las aves presentan una sensibilidad media o moderada 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos).

En el caso de los pingüinos, la sensibilidad en el área CAN 102 para las 3 especies de presencia potencial quedó clasificada como moderada. De las especies identificadas la más probable en la zona es el pingüino de Magallanes. Las 3 especies de pingüinos 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. Sin embargo, estas especies tienen capacidad de evasión, pudiendo sumergirse y nadar rápidamente alejándose velozmente de la fuente de disturbio.

Para el caso de los mamíferos, el área de influencia tendría una función como área de paso y eventual área de alimentación. El área CAN 102 no constituye un área de reproducción o cría para los mamíferos marinos más abundantes y frecuentes. Para los mamíferos marinos, de acuerdo a este análisis, la sensibilidad podría considerarse moderada a lo largo de todo el año para la mayoría de las especies. Hay 3 excepciones que quedaron clasificados como alta sensibilidad; la ballena franca, la ballena sei y el cachalote. No obstante, no se ha podido identificar un periodo claro de mayor sensibilidad, pero en principio podría considerarse más crítico la primavera. La Ballena franca recibió la mayor valoración de conservación debido a que la misma es Patrimonio Natural de la Argentina, pero la especie presenta preocupación menor tanto en Argentina como a Nivel Internacional.

Desde el punto de vista antrópico, en cuanto a la navegación el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad media - baja. Puntualmente para el Área de Maniobras de CAN 102 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 más de 90 km de la zona de prospección y a más 60 km de la mencionada Área de Maniobras.

3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los potenciales impactos del Registro Sísmico Offshore 3D del área CAN 102, 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 ambientales 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 el área CAN 102.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS 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 las 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 equipo sísmico desplegado (cables sísmicos o *streamer*) 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 operativas en tierra, sino que se sirve de las instalaciones en el puerto existente con capacidad para recibir operaciones de este tipo. En dicho puerto 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. YPF 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.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES PRINCIPALES

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, según la información presentada en la LBA (Capítulo 5), se han llevado a cabo en los últimos años, 3 (tres) nuevas campañas de adquisición de datos sísmicos 2D, costa afuera. Las mismas se realizaron entre los años 2018 y 2020. En el caso de las dos campañas más antiguas (identificadas con fecha 5/5/2018 y 30/9/2019), se trata de áreas de gran extensión. La campaña del 2018 a cargo de la empresa SPECTRUM ASA SUCURSAL ARGENTINA (ahora TGS), involucró al Área de Adquisición sísmicas objetivo del presente estudio. De las dos campañas siguientes, que abarcan áreas de menor extensión, la campaña llevada a cabo en el año 2020 (identificada con fecha 20/03/2020) también se corresponde con el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102
- **Infraestructura costa afuera:** El área operativa del proyecto se encuentra a 100 km aproximadamente al Sur del cable subacuático "Atlantis-2", por lo que 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 290 km del Puerto de Mar del Plata, 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

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



4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 Antecedentes de reuniones profesionales vinculadas con efectos de la sísmica marina y protocolos para minimizar impactos

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, 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.

En nuestro país, tomando referencias nacionales sobre la Evaluación de Impacto Ambiental, e internacionales sobre la temática, así como los estándares de la “Guía de Monitoramento da Biotá Marinha em Pesquisas Sísmicas Marítimas” de abril de 2018 (Guía de monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas marítimas de abril de 2018)” elaborada por el Instituto Brasileiro de Meio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA), adaptados a la normativa y características de la fauna marina, se ha sancionado recientemente la Res. 201/2021 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas”. Este protocolo que será desarrollado con mayor detalle en el capítulo correspondiente a las medidas de mitigación, tiene por objetivo sistematizar la implementación de las medidas de mitigación de los potenciales efectos sobre la fauna marina; así como estandarizar la información generada sobre las ocurrencias y comportamientos de ejemplares o grupos de fauna que pudieran ser observados.



4.1.2 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, si bien la mayor parte de los mismos se han limitado a estudios experimentales de laboratorio, notándose una importante falta de investigaciones en el ambiente natural y durante prospecciones sísmicas. 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 presión acústica cero a pico (SPL pk), y a los valores de exposición sonora (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 cuanto a sus niveles auditivos y estructura de sus vocalizaciones, como así también del funcionamiento de los sistemas de ecolocalización de los cetáceos odontocetos. En este grupo los ruidos de alta intensidad pueden producir daños fisiológicos sobre la audición. Exposiciones menores pueden provocar pérdidas auditivas denominadas desplazamientos de umbrales (TS, por sus siglas del inglés *Threshold shift*), que pueden ser permanentes (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*) o temporales (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*) 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 desplazamientos de umbrales (TS, por sus siglas del inglés *Threshold shift*) 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.



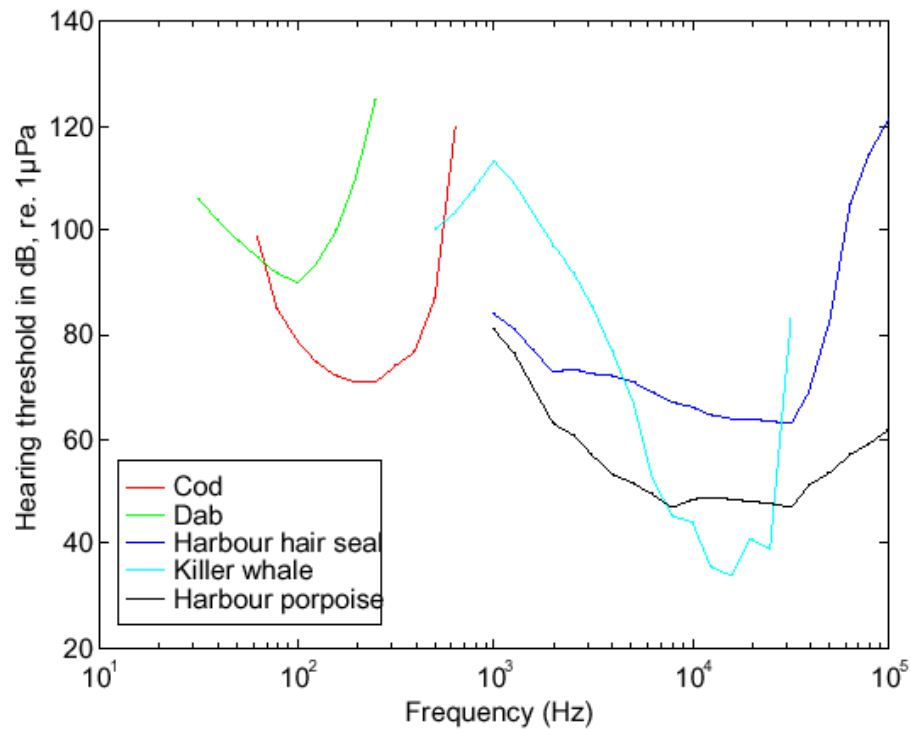


Figura 2. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos del hemisferio norte (salvo la orca que es una especie cosmopolita).

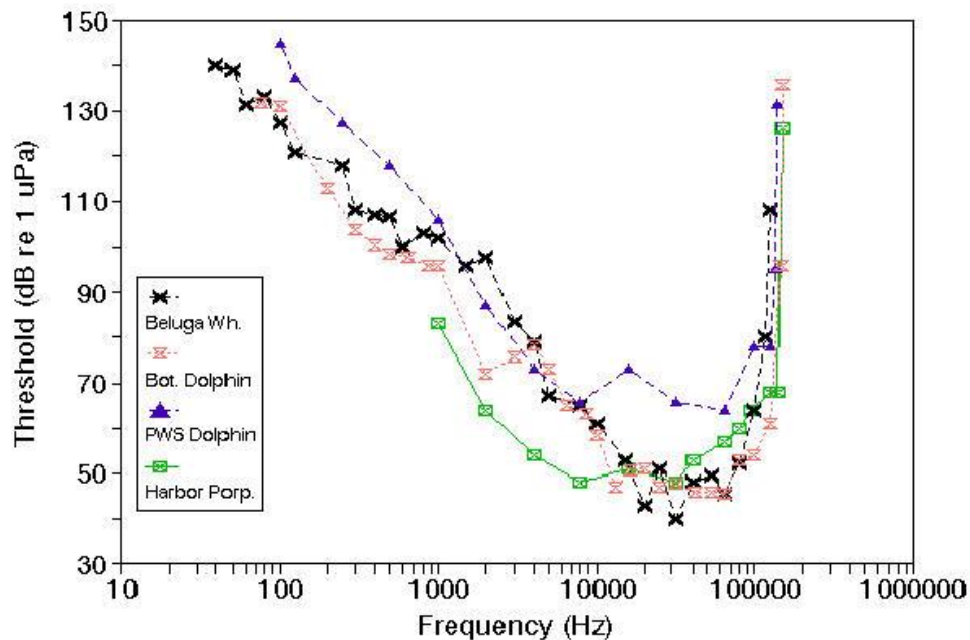


Figura 3. Audiograma típico para ballenas del hemisferio norte.

[Signature]

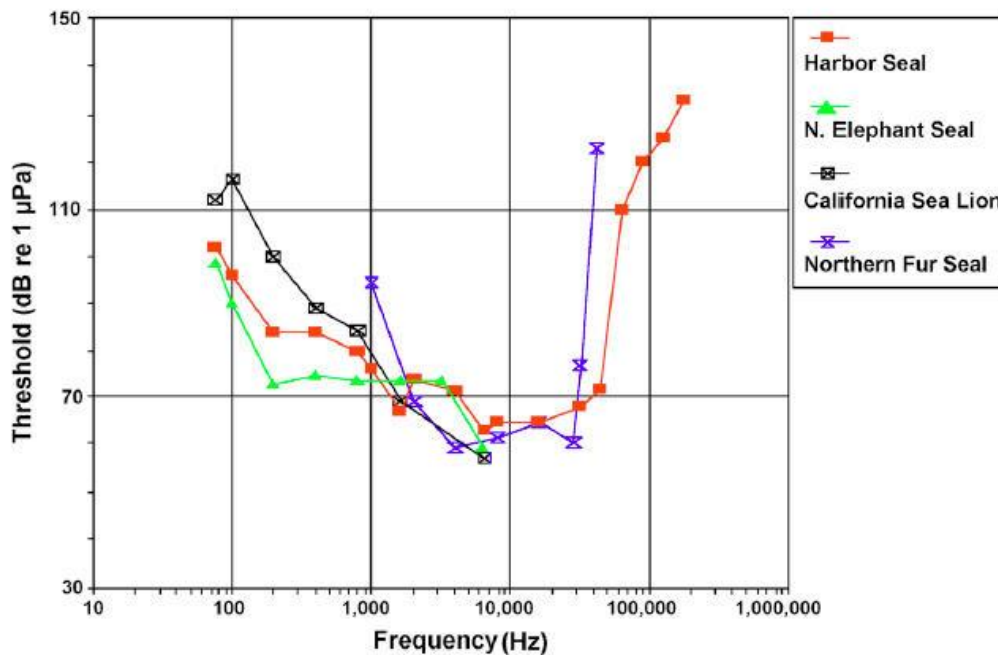


Figura 4. Audiograma típico para pinnípedos (focas, leones marinos).

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 et al., 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 indicado 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.



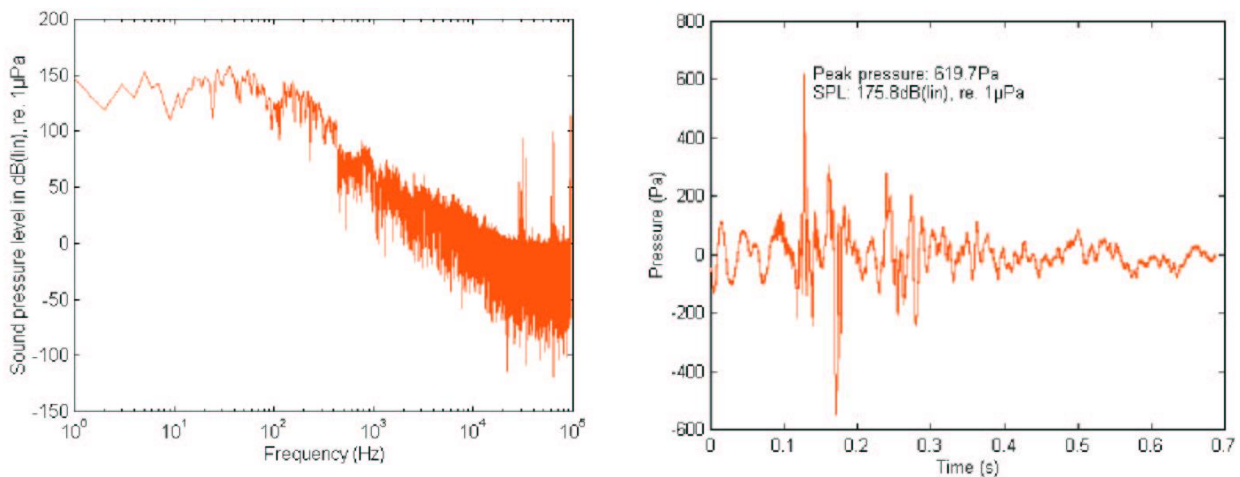


Figura 5. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell et al., 1999).

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

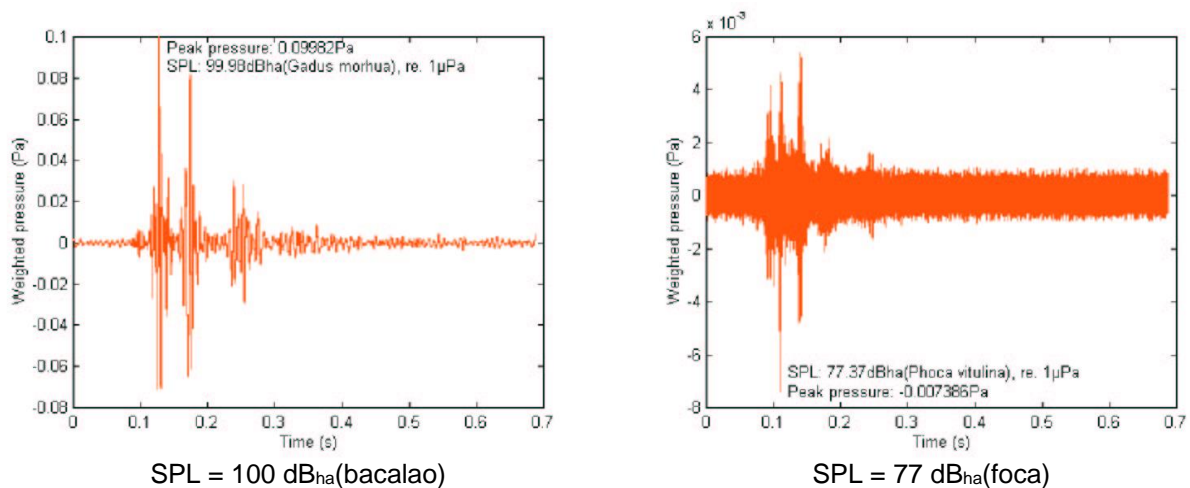


Figura 6. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Nedwell et al., 1999).

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 el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS). En informes recientes, el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS por sus siglas del inglés National Marine Fisheries Service) (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 desplazamiento temporal (TTS) y el permanente (PTS).

4.2 MAMÍFEROS MARINOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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.

4.2.1 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 algunos 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 y 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 de diversa magnitud 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 aumento gradual o *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 y Popper, 2016).

4.2.1.1

4.2.1.2 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos

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

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). 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. 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 et al., 2000). En los mamíferos marinos que no tienen comportamiento de evitación a la sísmica (por ejemplo, las focas) (Abgrall et al., 2008), 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 23 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. La presión acústica cero a pico (SPL pk o SPLpeak) 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 el nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELcum) se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Para fuentes móviles y de emisión intermitente 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 23. Niveles de desplazamiento permanente del umbral auditivo (PTS) y temporal (TTS) para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019. Para presión acústica cero a pico (SPL pk) se suelen usar valores no ponderados. Para el nivel de exposición sonora (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 (SELcum).

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 Otáridos y otros carnívoros	232	203	226	188

¹ SPL pK ($L_p, 0-pk, flat$) Re: 1 μPa (flat: valores sin ponderar)

² SELcum ($LE, p, 24h$) Re: 1 $\mu Pa^2 s$ (valores ponderados en 24 hs o durante la duración real de la exposición)

Se puede apreciar que la categoría más exigente son 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 emitidas 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 en la Tabla 24, la condición de presión acústica cero a pico [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 un radio de unos 1.016 metros con centro en la fuente considerando la situación más conservativa (Perfil de verificación P1 Decreciente - Azimut 90°). Por su parte, el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo resulta también para el grupo VHF, el cual se alcanza a unos 406 metros (Perfil de verificación P1 Decreciente - Azimut 90°). Esta última distancia, la correspondiente al criterio PTS, es la que se utiliza para evaluar las áreas o radios de exclusión. En este sentido, el Área de Exclusión establecida en la Res. 201/2021 definida por un radio mínimo de 1.000 metros desde el centro del arreglo de cañones de aire comprimido, supera en más de dos veces la distancia a la que se alcanza el umbral PTS más exigente.

Tabla 24. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 µPa)	Punto O-1100		Perfil 1 Decreciente	
		Azimut 0° Dip 70°	Azimut 90° Dip 70°	Azimut 0° Dip 70°	Azimut 90° Dip 70°
		(metros)	(metros)	(metros)	(metros)
PTS – LF	219	<50	50	<50	50
PTS – HF	230	<50	<50	<50	<50
PTS – VHF	202	211	388	238	406
PTS – PW	218	<50	55	<50	55
PTS – PO	232	<50	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria	213	50	101	51	102
Peces CON vejiga natatoria	207	109	207	114	215
TTS – LF	213	50	101	51	102
TTS – HF	224	<50	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	529	988	679	1016
TTS – PW	212	57	113	59	115
TTS – PO	226	<50	<50	<50	<50
Limite convencional de afectación	190	2260	3986	2945	6410

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se aplicó el criterio de nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELCum) de manera de verificar si la distancia de exclusión antes obtenida debía ser ampliada por superación de los umbrales auditivos de desplazamiento temporal (PTS) para alguno de los grupos auditivos.

Para ello, se consideró una duración del procedimiento de aumento gradual 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 de presión acústica cero a pico SPL pk es válida.



Para el grupo cetáceos de frecuencias auditivas bajas (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 cambios en el comportamiento natural. 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 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 de cetáceos de frecuencias altas (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 desplazamiento temporal del umbral de audición (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). 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 (Pirota 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 de cetáceos de frecuencias muy altas (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. Los cañones submarinos suelen ser áreas donde se concentran muchos individuos.

Para los grupos de pinnípedos, tanto los Carnívoros Fócidos (PW) como los Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros (PO), hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos, entre los que se incluyen corrimientos de umbrales auditivos, aullidos de alarma, y cesación de alimentación. Las actividades de sonorización sísmica podrían afectar diversas sensibilidades de los mamíferos vinculadas con su alimentación y captación de los movimientos de las presas.



4.2.1.3 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).

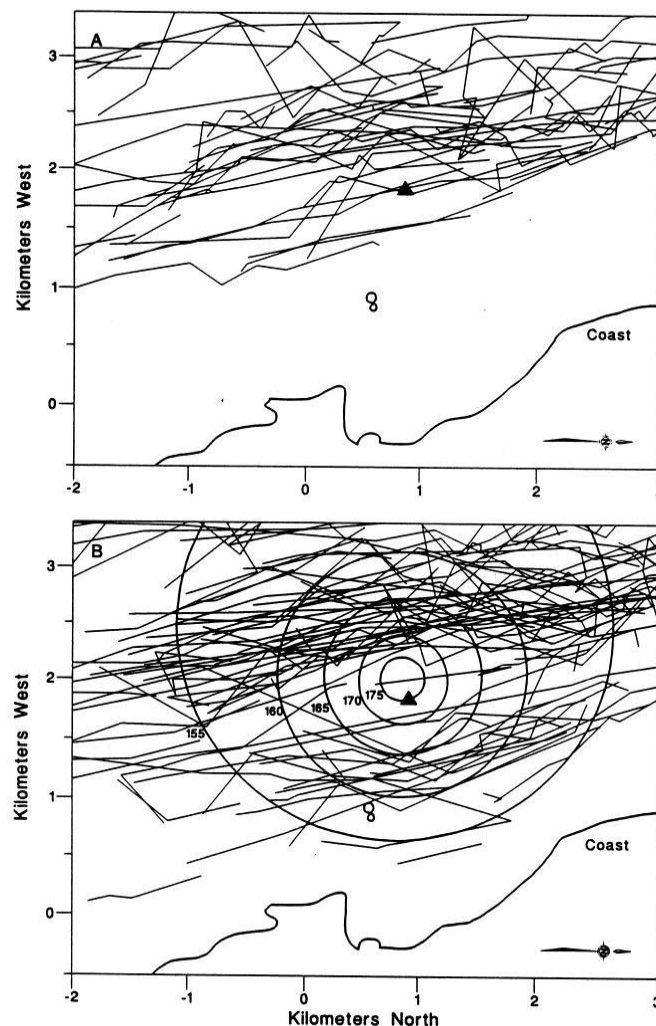


Figura 7. Trayectorias de mamíferos marinos del hemisferio norte (ballenas grises *Eschrichtius robustus*) sin y con operación de un buque sísmico, y líneas de iso-intensidad sonora. Fuente: Gordon et al., 1998.

[Signature]

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 jorobada (*Megaptera novaeanglia*) en el Golfo Exmouth Golfo en el oeste de Australia y un buque sísmico en operación (0,33I, 227 dB re. 1 m Pa² -m p-p). 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.

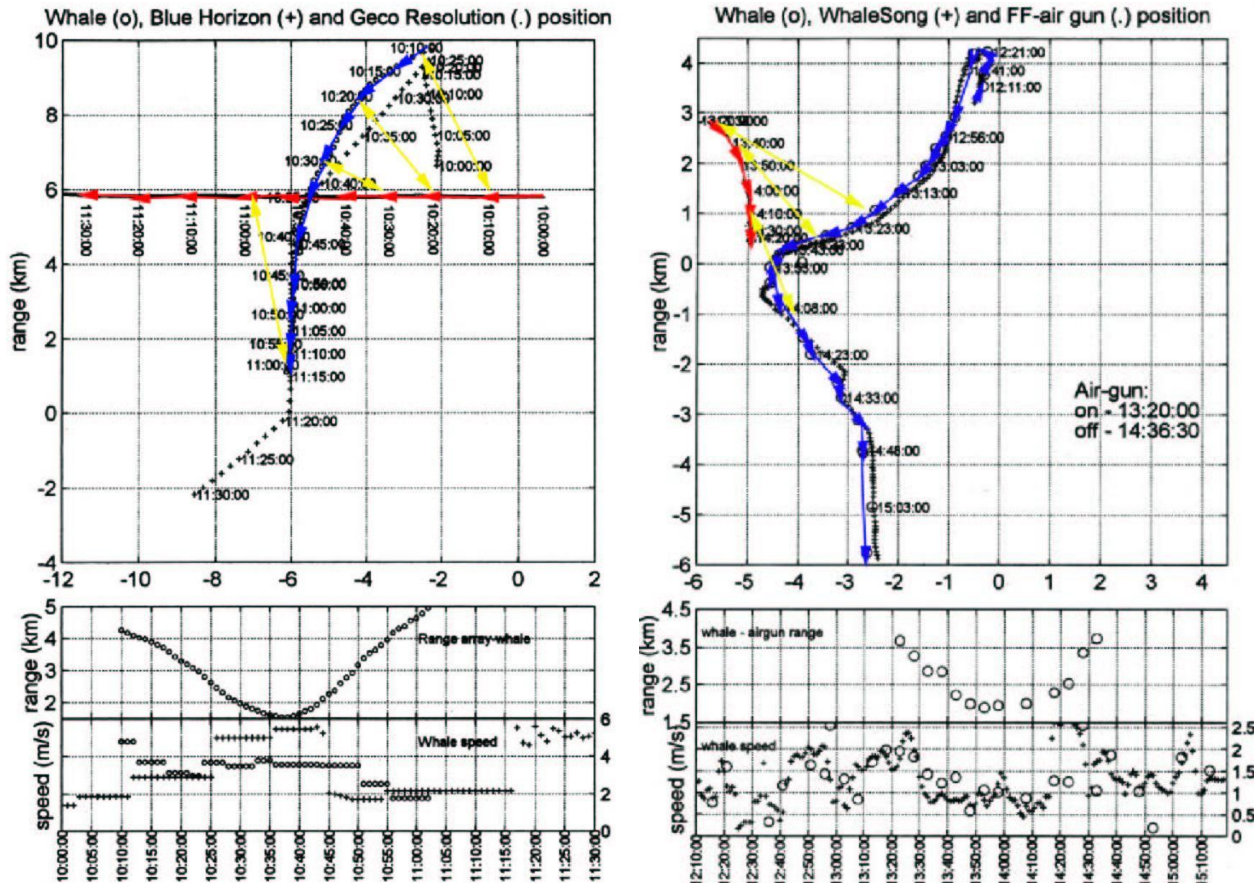


Figura 8. Trayectoria de un mamífero marino (ballena jorobada *Megaptera novaeanglia*) en cercanías de un buque sísmico operativo. Fuente: Gordon et al., 1998.

Otro ejemplo de alejamiento de la ballena jorobada (*Megaptera novaeanglia*) en el Golfo Exmouth Golfo en el oeste de Australia y un buque sísmico en operación (0,33I, 227 dB re. 1 m Pa² -m p-p). 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, 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.



Este es el principio de aumento gradual del pulso sísmico (conocido también como arranque suave, *soft start* o *ramp up*), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo. En particular, éste está contemplado en el protocolo para la implementación del monitoreo de la fauna marina en prospecciones sísmicas, recientemente aprobado mediante resolución 201/2021.

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 et al., 1999) para medir la intensidad sonora en función del volumen de aire de la detonación, que indican una clara tendencia ascendente:

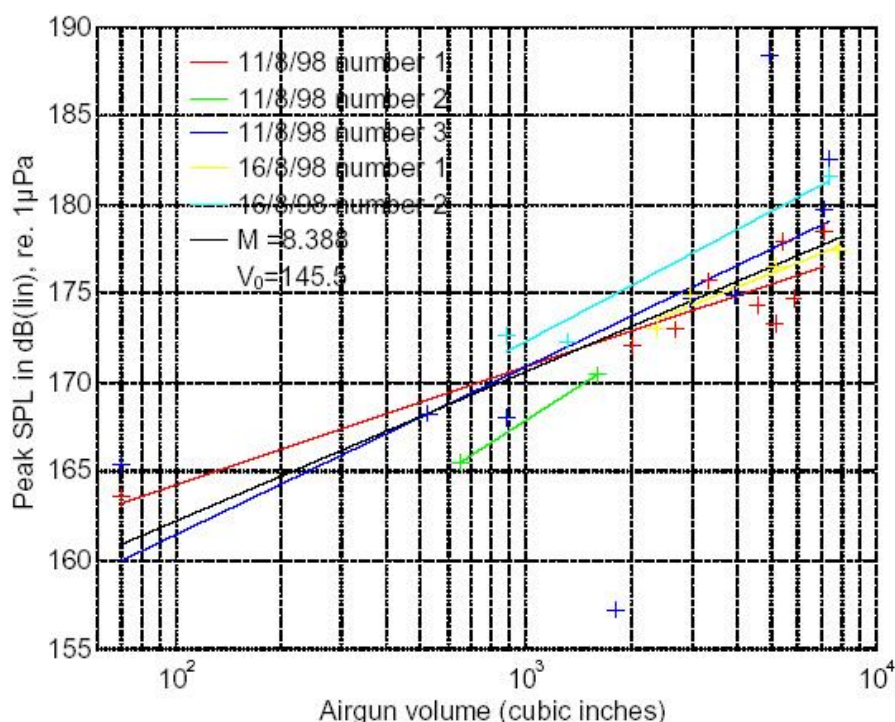


Figura 9. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido. Fuente: Nedwell et al., 1999

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.



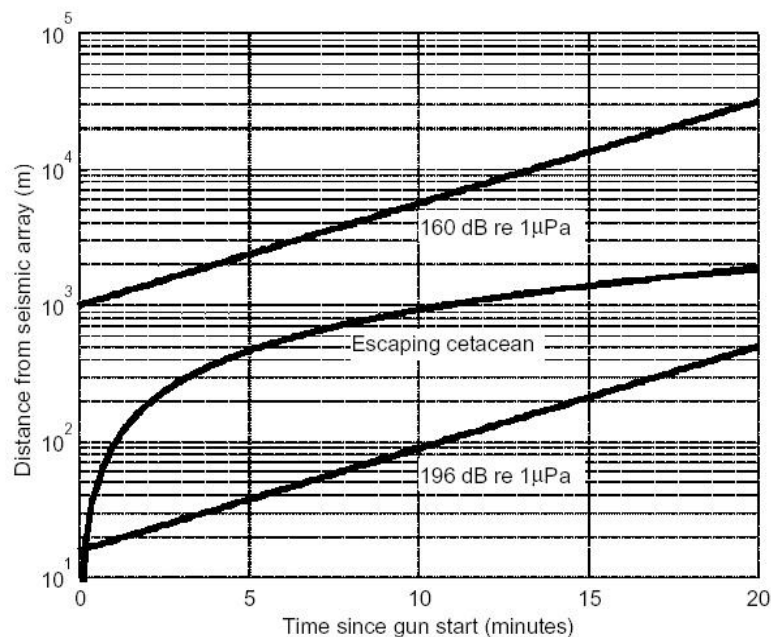


Figura 10. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Aumento Gradual o Arranque Suave. Fuente: Nedwell et al., 1999

Si bien este procedimiento no garantiza que todos los mamíferos marinos podrán alejarse de la fuente lo suficiente en todas las circunstancias, es considerado una medida adecuada para minimizar los riesgos tanto para los individuos como para las poblaciones animales.

4.2.1.4 Importancia del impacto

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental (punto 2.3.6), el área de influencia tendría una función como área de paso y eventual área de alimentación.

La sensibilidad se ha considerado moderada a lo largo de todo el año, aunque para el caso de las 2 especies de ballenas (ballena franca y ballena sei) y el cachalote, clasificados como de alta sensibilidad, no se identifica un periodo claro de mayor sensibilidad, en principio podría considerarse más crítico la primavera. Es dable recordar que el proyecto se llevará a cabo en la ventana operativa de finales de marzo – principios de julio de 2022 (otoño y principios de invierno) -si bien, dentro de ese periodo el registro podrá extenderse como máximo durante 60 días-, por lo que no coincide con dicho periodo de mayor sensibilidad.

En este sentido es dable considerar que los controles existentes asociados con el proyecto incluyen el uso de un procedimiento de aumento gradual 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 el Área de Exclusión establecida entorno a las fuentes de emisión sonora antes de que la fuente sísmica sea activada procediendo al aumento gradual.



Considerando la implementación de medidas de mitigación (aumento gradual), 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 102 en un radio de unos 400 metros con centro en la fuente. De este modo, el Área de Exclusión establecida en la Res. 201/2021 definida por un radio mínimo de 1.000 metros desde el centro del arreglo de cañones de aire comprimido, supera en más de dos veces la distancia a la que se alcanza el umbral PTS más exigente.

En base a la metodología de evaluación propuesta (ver punto 5.1), en forma precautoria y teniendo en cuenta que el proyecto se planifica en la ventana operativa del otoño y principios de invierno, por fuera del periodo de primavera que revistiría mayor sensibilidad para estas especies, la intensidad del impacto se considera moderada. El impacto tendrá una extensión parcial, considerando la afectación de solamente una porción de un área de eventual 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, siendo que las afectaciones más comunes serían, en todo caso, cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por ejemplo en el caso de 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. Teniendo en cuenta lo antedicho, la importancia del impacto de la adquisición sísmica sobre los mamíferos marinos fue evaluada como moderada.

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial se presenta en la Tabla 33.

4.2.2 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 60 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 del Área de Maniobras entorno al Área de Adquisición, pero limitado 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 (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 asociadas al mismo (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 el área 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 / desmovilización a las áreas de adquisición de datos sísmicos pero como se indicó en la Descripción de proyecto (Capítulo 4) estas operaciones se limitan a escasos días. La velocidad del barco es un factor clave para determinar la frecuencia y la gravedad de las colisiones con los mismos, 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 lo tanto de impacto, es muy baja.

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.

El proyecto se desarrollará fuera del periodo de mayor sensibilidad para los mamíferos marinos (primavera), durante la ventana operativa del otoño - principios de invierno, periodos considerados de sensibilidad moderada para los mamíferos; a la vez que es probable que la trayectoria y movimientos asociados a los buques sísmicos y de apoyo no resulten 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 baja. 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 fauna marina vulnerable, según los términos que establece la Res. 201/2021.

El alcance del impacto será puntual, dada la baja frecuencia de ocurrencia y la distribución no aleatoria, tanto de los mamíferos como de la actividad de exploración en el área del proyecto. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante el período de tiempo en que se desarrolle el 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.

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

4.2.3.1 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 (Gotz 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 sísmicos 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 del Área de Maniobras de CAN 102.

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 cierta parte del tiempo que el buque sísmico esté navegando, estará operando sus fuentes de aire comprimido, por lo cual habrá periodos de tiempo 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 0,5-1,7 km (0,3-0,9 millas marinas), 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) de la misma forma que ocurre con buques pesqueros, de transporte y de la Armada.

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.

4.2.4 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 naviera⁵). 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 (gas oil marino -diesel-) 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.

⁵ 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 (gas oil marino -diesel-) 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 desplieguen 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 (gas oil marino -diesel-) 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 de tipo masivo.



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. El mayor peligro en ballenas es que tiendan a filtrar agua para una alimentación eventual, y las barbas queden con petróleo adherido y ello dificulte su futura alimentación por mala filtración.

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 de moderado a bajo.

4.2.5 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 escorrentía 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 YPF.



4.3 PECES Y CEFALÓPODOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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

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

Diversas investigaciones internacionales realizadas en laboratorios experimentales han demostrado que la energía del ruido generado durante los estudios sísmicos podría 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.
- 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.

4.3.1.1 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 6.000-7.000 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 1.000-1.200 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., 2017); 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 (<1.500 Hz). Los peces cartilaginosos por su parte tienen mucha sensibilidad al sonido de baja frecuencia (~ 20 Hz a ~1.500 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 tamberos 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), tamberos 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. (2000b) 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.

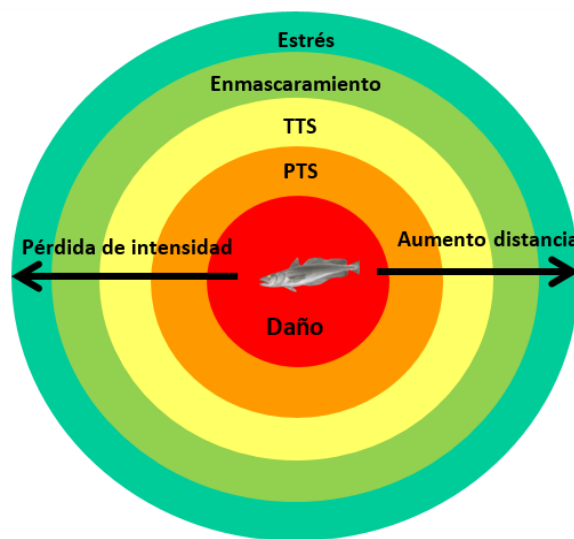


Figura 11. Categoría de efectos de ruidos antropogénicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporal; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado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

El cambio de umbral temporal (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 de nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (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 l, 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).

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

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 arranque o 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 μ Pa P-P 1m / 204 dB re 1 μ Pa 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. (2000b) 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).

Es dable señalar que en el estudio en el que se produjo algún daño auditivo (McCauley et al., 2003), los peces se mantuvieron en jaulas poco profundas para que no pudieran alejarse del sonido y se expusieron a siete pases directos elevados de una fuente de sonido sísmica en menos de tres horas (McCauley et al., 2003). Es decir que se expuso a los peces a fuentes de sonido sísmico más prolongadas a distancias mucho más cortas de lo que ocurriría normalmente. Este escenario nunca ocurriría en condiciones normales, lo cual resalta lo extremadamente poco probable que serían las lesiones o la pérdida de audición en peces durante estudios sísmicos reales realizados en el entorno natural porque los altos niveles de presión acústica (SPL) utilizados en el estudio de McCauley y otros (2003) no se encontrarían siete veces en menos de tres horas durante una prospección sísmica real.

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 25, 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 presión acústica cero a pico (SPL pk) y de exposición sonora acumulado (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 de presión acústica cero a pico SPL pk (SPL peak) y de exposición sonora (SEL).

Tabla 25. 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 26, la condición 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 215 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Perfil de verificación P1 Decreciente - Azimut 90°).

Para los peces sin vejiga natatoria este umbral se alcanza a los 102 metros de la fuente (Perfil de verificación P1 Decreciente - Azimut 90°).

Tabla 26. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 μPa)	Punto O-1100		Perfil 1 Decreciente	
		Azimut 0° Dip 70°	Azimut 90° Dip 70°	Azimut 0° Dip 70°	Azimut 90° Dip 70°
		(metros)	(metros)	(metros)	(metros)
Peces SIN vejiga natatoria	213	50	101	51	102
Peces CON vejiga natatoria ¹	207	109	207	114	215

¹ Comprende peces con vejiga natatoria no conectada al oído y con vejiga natatoria conectada al oído



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 aumento gradual, 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 380 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 aumento gradual, como durante la prospección de cada línea si el arreglo se acercara a la ubicación de los mismos.

4.3.1.2 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 sonora (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 de la fuente de aire comprimido. Se sugiere que por encima de un umbral de nivel de la fuente de aire comprimido de alrededor de 171 dB re 1 μPa^2 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.

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.

⁶ A los efectos prácticos la unidad se puede considerar referida al SEL



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 de la fuente de aire comprimido. La proporción de lubinas que exhibieron una respuesta de sobresalto aumentó a medida que la fuente de sonido de aire comprimido 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 μ Pa-m – no se especifica unidad -) en el comportamiento del lanzón 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 μ Pa 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. (2000b) experimentaron con diferentes especies a las que colocaron en jaulas a distancia variable de la fuente siendo la intensidad 146-195 dB re 1 μ Pa². 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 una fuente de aire comprimido, 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 μ Pa 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.



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 y Hawkins (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.



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 (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 millas marinas) 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 3D 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).

Por su parte, Meekan et al. (2021) cuantificaron mediante el uso de video cámaras y marcas acústicas el impacto de prospecciones sísmicas sobre el número, tamaño y comportamiento de peces demersales de valor comercial (Lethrinidae, Lutjanidae, y Epinephelidae) que habitan en la plataforma del oeste de Australia. Se efectuaron emisiones similares a las que se efectúan en las prospecciones comerciales, comparándose la respuesta de los peces 1,3,5 meses antes de las emisiones y 1 y 2 meses después, que a su vez se compararon con un área control donde no se verificaban prácticas de exploración sísmica desde 10 años atrás. Como medidas de la propagación se utilizaron el cuadrado-medio, el nivel de exposición sonora (SEL), el nivel de presión pico a pico (P-P), el SEL acumulativo (SELcum). No se encontraron diferencias de cambios importantes en la composición, riqueza y abundancia de las especies que componen el ensamble de peces antes y después de los disparos respecto a la zona control. No se detectaron tampoco tendencias significativas de incremento o reducción a lo largo del tiempo de ninguna especie. Tampoco se observó cambios en la talla media de las especies blanco de las pesquerías (*Lethrinus punctulatus*, *Lutjanus sebae*, *Lutjanus vitta*, *Epinephelus areolatus*, *Epinephelus multinotatus* y *Plectropomus maculatus*). El uso de marcas acústicas (solo en *Lutjanus sebae*) no arrojó tampoco evidencias de una evasión activa ni abandono de la zona durante los dos meses posteriores a los experimentos.



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. (2000b) 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, se resumen diferentes resultados del impacto de los sonidos sísmicos sobre aspectos biológicos y en las pesquerías.



4.3.1.3 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). Carroll et al., (2017); 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 27 se presenta un resumen de los impactos esperados en peces de acuerdo a su estadio.



Tabla 27. Síntesis de 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



4.3.1.4 Cefalópodos

Las investigaciones sugieren que los cefalópodos pueden ser receptivos a los sonidos de campo lejanos 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., 2000b; Fewtrell y McCauley, 2012). La afección de los pulsos sísmicos sobre cefalópodos ha sido estudiada experimentalmente por McCauley et al. (2000b), 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 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. (2000b) 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 una sola fuente de aire comprimido 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.

Otra especie de calamar expuesta al ruido de las fuentes de energía sísmica mostró señal de alarma a 156-161 dB 1 μPa RMS y una fuerte respuesta de sobresalto que implica la eyección de tinta y la natación rápida a 174 dB re 1 μPa RMS (McCauley et al., 2000b). Estos autores sugieren que el umbral de comportamiento para el calamar es 161-166 dB 1 μPa RMS.



4.3.1.5 Importancia del impacto

Las comunidades de peces (en sus diferentes estadios) pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica 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, la mayoría de peces que se conoce están presentes en el área de influencia del proyecto incluyen especies con 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. Cabe mencionar que en el área de influencia directa de CAN 102 la diversidad de peces es mucho menor que en la zona de influencia del proyecto sísmico.

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 la condición más exigente (peces con vejiga natatoria) que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 215 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Perfil de verificación P1 Decreciente - Azimut 90°).

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de aumento gradual 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 con capacidad de evitación 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 no se superpone con el área de reproducción de ninguna de las especies identificadas.

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 no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, aunque es posible que presenten comportamientos de evitación en un área de influencia acústica acotada a las cercanías de la fuente de energía sísmica. Como se mencionó anteriormente (Punto 2.3.1.3), 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 102, pero en el invierno se verifican concentraciones de adultos en el borde del talud. En este sentido, se consideró que esta especie posee una sensibilidad moderada en el invierno y baja el resto del año. Asimismo, podría darse un impacto adicional, por coincidencia con la deriva de huevos y paralarvas de calamar 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, 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 aumento gradual). 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 ejemplo frente a la modificación temporal de la cadena trófica por pérdida de 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 importancia del impacto de la prospección sísmica sobre la fauna ictícola se clasifique como moderada.

En relación a los cefalópodos, si bien la ventana operativa del proyecto coincide parcialmente con el periodo de invierno donde el calamar *Illex argentinus* presenta sensibilidad moderada, dado que para este grupo se consideran respuestas comportamentales en un área de influencia acústica acotada a la cercanía de la fuente sonora y que el borde del talud donde se produce la concentración de adultos en el periodo invernal se encuentra alejado a distancias significativamente mayores del Área de Adquisición, el impacto se considera de baja intensidad y recuperable, por tratarse de un efecto temporal. El resto de los criterios de valoración resultan idénticos a los mencionados para los peces, por lo tanto, el impacto sobre los cefalópodos resulta de baja importancia. Por otro lado, en relación a la afectación de los huevos y paralarvas de esta especie, como se señaló anteriormente, el impacto está sujeto en todo caso 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).

En la Matriz de Evaluación Impacto Ambiental (Tabla 33) se presenta la valoración del impacto en relación a los peces por ser el que resulta con mayor importancia (I).

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

4.3.2.1 Emisiones sonoras de los buques

Anteriormente, en el punto 4.2.3.1, 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.

4.3.3 Derrame de hidrocarburos

Anteriormente, en el punto 4.2.4, 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 (gas oil marino -diésel-) 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 (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.

4.3.4

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

En el punto 4.2.5 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.

4.4 TORTUGAS MARINAS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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.



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

4.4.1.1 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 1.000 m entre la tortuga y el buque para apagar la fuente sísmica de manera temporaria, lo cual fue incorporado en la reciente Res. 201/2021.

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 aumento gradual (*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. Cabe aclarar que las zonas geográficas que se mencionan presentan poblaciones mucho más importantes que las del Mar Argentino, donde básicamente se registran ejemplares en el sector bonaerense y que nuestro país no tiene áreas reproductivas como si lo tienen las otras zonas mencionadas.

4.4.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área donde se planifica la prospección, 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. El sector en estudio tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. En cuanto al Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102, esta se encuentra en el corredor migratorio de las especies de tortugas marinas consideradas con presencia en el área de influencia del proyecto.

El período de mayor sensibilidad (moderada) sería la primavera, mientras que para el resto del año, se estima baja. Es dable recordar que según el cronograma del proyecto, la prospección se planifica en la ventana operativa de finales de marzo – principios de julio de 2022 (otoño y principios de invierno), es decir por fuera del periodo de mayor 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 moderada, 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.

4.4.2 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*⁷ 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.

⁷ 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 los cables sísmicos (*streamers*) interfieran 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 equipamiento 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 tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación de muy baja densidad de ejemplares de tortugas marinas. En este sentido, este impacto se califica como de intensidad baja.

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 reducido en comparación con el amplísimo 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.

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

4.4.3.1 Emisiones sonoras de los buques

Anteriormente, en el punto 4.2.3.1, 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.

4.4.4 Derrame 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 4.2.4, 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.

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

Anteriormente, en el punto 4.2.5, 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 accidentalmente 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.

4.5 COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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 14 (+/- 1m) de la superficie del agua, no hay posibilidades de que el equipo tenga repercusiones en los hábitats o las especies bentónicas.

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

4.5.1.1 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 1µPa².s. Day et al. (2016) encontraron que la exposición a una fuente sísmica (191 – 213 dB re 1µPa 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., 2000b). 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 se 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 una fuente de aire comprimido 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.

4.5.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, tanto para el componente de bentos como para el plancton, para la zona donde se ubica el área CAN 102 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 áreas de máxima biomasa no se superponen con el Área de Adquisición de datos sísmicos CAN 102, ya que dicha área se localiza en el frente del talud, a más de 90 km del Área de Adquisición, es decir por fuera del área de afectación de las fuentes sísmicas que resulta muy localizada para este componente. No obstante, en relación al zooplancton, se considera que las larvas de crustáceos tienen una sensibilidad mayor (intermedia) durante las estaciones de primavera y verano dado que es el periodo de máxima productividad.

En cuanto a las comunidades bentónicas, para el área CAN 102, tampoco se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas. Por otro lado, el área de influencia indirecta del proyecto no se superpone con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables.

Se considera que la comunidad bentónica presenta una sensibilidad baja frente al proyecto a lo largo de todo el año.

En relación al grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 1.300 y 3.700 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 (+/- 1m), 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 4.3.1 -), el cual será de intensidad baja teniendo en cuenta el periodo de realización del proyecto en la ventana operativa de finales de marzo – principios de julio de 2022 (otoño y principios de invierno), es decir, por fuera del periodo de mayor sensibilidad asociada a los momentos de máxima productividad durante las estaciones de primavera y verano. 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, reversible en tres días y recuperable (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.

4.5.2 Derrames de hidrocarburos

En el punto 4.2.4 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. 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).

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.

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

En el punto 4.2.5 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.

4.6 AVES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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.

4.6.1 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 anfibia, 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.

4.6.1.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas

Buceadores de profundidad (P)

Según el análisis de sensibilidad, hay 3 especies potenciales de pingüinos en la zona, con presencia confirmada y frecuente: pingüino penacho amarillo, pingüino de Magallanes y pingüino de barbijo. Estos podrían 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.

Al respecto, 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 en el Océano Índico 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; Sørensen, 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 12). 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.



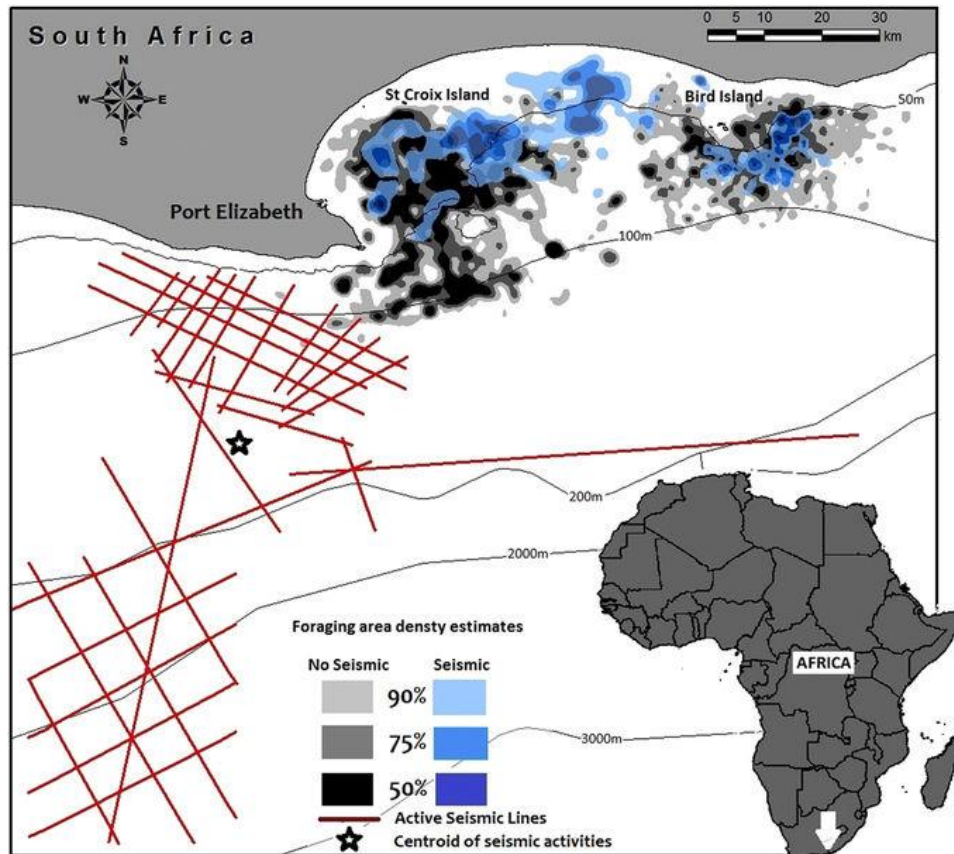


Figura 12. Superposición de las áreas de alimentación de los pingüinos africanos de las dos principales colonias de la Bahía de Algoa, antes (2009–2013 en gris) y durante (marzo 2013, en azul); las actividades de prospección sísmica en líneas rojas. Fuente: Pichegru et al. (2017).

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 (Pütz et al., 2006).

La sensibilidad en el área CAN 102 para las 3 especies de pingüinos de presencia potencial quedó clasificada como moderada. De las especies identificadas la más probable en la zona es el pingüino de Magallanes. Las 3 especies de pingüinos 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. Los estudios disponibles recomiendan que las prospecciones se realicen a más de 100 km de las colonias.

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).

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.



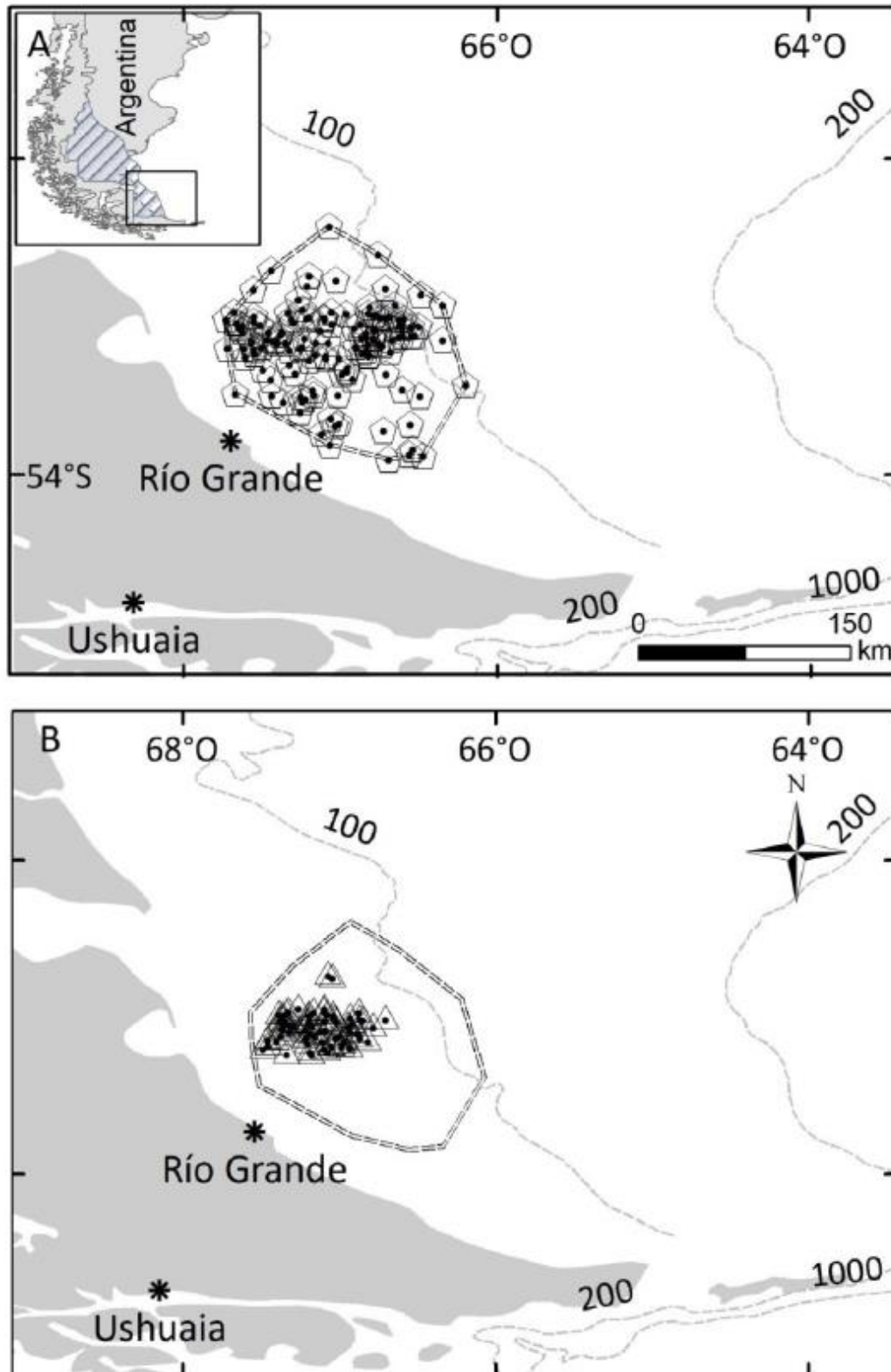


Figura 13. Distribución de la abundancia total de aves marinas (conteos con presencia de aves) en aguas al este de la Bahía de San Sebastián, entre 21 de agosto al 6 de noviembre de 2012, durante la prospección de un buque sísmico durante momentos sin actividad de exploración sísmica. Cada marca representa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

[Signature]

4.6.1.2 Importancia del impacto

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 algunos migradores interhemisféricos. Además, el área es importante como corredor migratorio para las especies de pingüino mencionadas en este estudio. No obstante, las especies presenten 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 este sentido, el área de actividad y de influencia directa ha sido considerada de sensibilidad moderada durante todo el año para este grupo.

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. El impacto será 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 mitigable considerando los protocolos a ser aplicados en cuanto a monitoreo visual por parte de los Observadores de Fauna Marina, radios de exclusión, etc. Todo esto hace que la significación del impacto del proyecto sobre la avifauna sea moderada.

4.6.2 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 (el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo). 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. Sin embargo, algunas aves se dedican a seguir a los barcos como estrategia de forrajeo, especialmente a barcos de pesca comercial o recreativa.

Sin embargo, 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.

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

4.6.3.1 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). 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.

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.

4.6.3.2 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.

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 se considera 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.

4.6.4 Derrames de hidrocarburos

Anteriormente, en el punto 4.2.4 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.

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

En el punto 4.2.5 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.

4.7 ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 que se resume en la Tabla 22, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las áreas protegidas y sensibles 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.

4.7.1 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.

Tal como se mencionó anteriormente en el apartado de sensibilidad (ver punto 2.3.7), el área de influencia directa de CAN 102 no afecta de manera directa ninguna de las áreas protegidas declaradas o propuestas. El área sensible más cercana al Área de Adquisición de datos sísmicos resulta la futura área marina a proteger: Río de la Plata Profundo (RDP), la que se ubica de todos modos alejada de la misma, a más de 60 km. Por su parte, el Área Acuática Prioritaria definida en el marco de Proyecto FREPLATA (2005) más cercana al Área de Adquisición de datos sísmicos resulta el Borde Talud, la que igualmente se localiza distante, a 50 km de la misma.

El área denominada Río de la Plata Profundo pertenece al Sistema Marino del Río de La Plata, en el sector marino profundo asociado al frente del talud. Este sistema presenta una gran diversidad de invertebrados bentónicos, áreas de desove y cría de especies de interés pesquero, y áreas de alimentación de tortugas marinas, aves y mamíferos. Si bien dicha área se encuentra dentro de la zona de influencia indirecta de CAN 102, 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 24-), por lo que en todo caso las afectaciones se limitarían fundamentalmente a cambios comportamentales, atenuados por las distancias al área de prospección, que se revertirán al finalizar las tareas. Considerando la evaluación realizada en el punto 4.2.1 estos efectos que, en todo caso, se darían con baja intensidad en el área de influencia indirecta (se consideran indirectos), quedan clasificados como bajos.

En relación el resto de los organismos los otros grupos (peces y cefalópodos, tortugas marinas, aves, comunidades planctónicas y bentos), se remite a lo evaluado anteriormente. En todos los casos, las distancias a las que se ubican las mencionadas áreas sensibles respecto del Área de Adquisición de datos sísmicos, permite descartar su afectación.

En la Matriz de Evaluación Impacto Ambiental (Tabla 33) la Importancia del Impacto (I) en relación al factor de Áreas Protegidas y Sensibles se califica como bajo en forma precuatoria, considerando la eventual afectación indirecta de los mamíferos marinos dentro de las áreas sensibles.

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

Como se mencionó anteriormente, en las cercanías del Puerto de Mar del Plata definido para el apoyo logístico se identifican 4 áreas naturales protegidas: Reserva Natural de Uso Múltiple y Reserva de Biósfera Albufera de Mar Chiquita - Refugio de Vida Silvestre, Reserva Nacional de la Defensa Campo Mar Chiquita Dragones de Malvinas, Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata". Además del único Parque Nacional, denominado Parque Nacional Campos del Tuyú creado en 2009, a partir de la unificación de varias reservas privadas. Entre éstas, la Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y la Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa "Puerto Mar del Plata" serán también atravesadas por la ruta logística que conecta al área de adquisición de datos sísmicos con el Puerto de Mar del Plata.



Como parte de la evaluación se han analizado los efectos de la navegación de los buques sobre los mamíferos marinos (punto 4.2.2), las tortugas (punto 4.4.2) y las aves (punto 4.6.2). En todos los casos los impactos han sido calificados como de baja importancia. Teniendo en cuenta que el Área de Maniobras de CAN 102 donde los buques operarán la mayor parte del tiempo, no se superpone 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 entre 45 - 60 días.

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

4.7.3.1 Emisiones luminínicas de los buques y emisiones sonoras de los buques (y helicóptero)

En los puntos anteriores se analizó la relación del Área de Adquisición de datos sísmicos y las zonas operativas del proyecto y sus áreas de influencia con las áreas protegidas declaradas o propuestas. En particular, también se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques (y el helicóptero) sobre los mamíferos marinos (punto 4.2.3.1), los peces (punto 4.3.2.1) y las tortugas (punto 4.4.3.1). En el caso de las aves se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques (y helicóptero) (punto 4.6.3.2) y de las emisiones luminínicas (punto 4.6.3.1).

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 el Área de Maniobras de CAN 102 (donde los buques operarán la mayor parte del tiempo) no se superpone en forma directa con áreas protegidas o sensibles

4.7.4 Derrames de hidrocarburos

Como parte de la evaluación en el punto 4.2.4 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 (4.2.4), los peces (4.3.3) y las tortugas marinas (punto 4.4.4), las comunidades bentónicas y el plancton (punto 4.5.2) y las aves (punto 4.6.4) siendo calificados como moderados.

Teniendo en cuenta las referidas evaluaciones, y el hecho de que el Área de Maniobras de CAN 102 (donde se realizarán la mayor parte de las operaciones de los buques), no se superpone 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.



4.7.5 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos no peligrosos / peligrosos

En el punto 4.2.5 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 función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo, se ha evaluado que en cualquier situación, los impactos sobre el medio marino resultarían poco significativos. De este modo, el impacto sobre las áreas protegidas y sensibles se considera de igual manera poco significativo, además de que es poco probable, dado que el Área de Maniobras de CAN 102 (sitios donde se realizarán la mayor parte de las actividades de los buques) no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta.

4.8 PESQUERÍAS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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;

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

4.8.1.1 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., 2017). 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 de 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 de 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 Kyhn 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.



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. (2010), 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 alejaban 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 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, 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 dB1 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., 2017). 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 de la fuente de aire comprimido (a una distancia mínima de 11,7 m) no era significativamente diferente de los controles.

4.8.1.2 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 aún 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 el sector a ser prospectado en CAN 102 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras). Al respecto, el área de influencia directa de CAN 102 y adyacencias, soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual. De acuerdo a la información antecedente, durante los meses de noviembre y diciembre 2018 la actividad pesquera fue muy baja, nula en enero, febrero y marzo de 2019 y se incrementó de abril a octubre de 2019, siempre abarcando el sector occidental del área. Durante el periodo julio 2020 - junio 2021 la actividad pesquera fue nula o baja.

En relación a las principales especies de interés pesquero, en el área de influencia de CAN 102 se destaca la presencia de merluza común y abadejo. Sin embargo, la mayor densidad de sus capturas se concentra en la plataforma bonaerense y patagónica con relevancia en el periodo abril-junio cercano al borde del talud en el sector norte. En el análisis de la operatoria de la flota en la cuenca Norte no se evidencia un alto volumen de desembarques por la flota comercial argentina para el periodo 2013-2017, respecto a la cuenca sur.

De acuerdo con la información presentada en el punto 2.3.3, si bien la ventana operativa del proyecto (finales de marzo – principios de julio de 2022 – 2° y comienzos del 3° trimestre del año-) coincide con la época de mayores capturas de abadejo que se registran en el segundo y tercer trimestre del año, ésta es una especie que se captura, en general, como fauna acompañante de la pesca de merluza, a la vez que presenta bajas capturas en el área de influencia de CAN 102. Se recuerda que dentro de dicha ventana operativa, el registro se extenderá como máximo durante 60 días. Por su parte, la pesquería de merluza no incluye el área de influencia directa de CAN 102. También es dable destacar que el área de influencia directa de CAN 102 no se identifica como un área de cría para los peces óseos de interés comercial.

Tampoco el calamar argentino (*Illex argentinus*) se captura en el área de influencia directa o indirecta del proyecto. De todos modos, si bien las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían por fuera del área de influencia directa de CAN 102, en el invierno se verifican concentraciones de adultos en el borde del talud, por lo cual este periodo fue calificado con moderada sensibilidad.

De acuerdo a lo antedicho y 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 la actividad pesquera tiene una baja sensibilidad dado que los mayores esfuerzos de pesca se observan principalmente fuera del área de influencia directa, siendo que el esfuerzo pesquero se concentra en el sector del frente del talud ubicado a más de 90 km del Área de Adquisición, el impacto sobre las pesquerías podría considerarse con baja intensidad, en general, y a lo sumo moderada en relación a la superposición parcial con el periodo de mayores capturas de abadejo (aunque se recuerda que ésta especie presenta bajas capturas en el área de influencia de CAN 102). También se considera de intensidad moderada en relación a la mayor sensibilidad (moderada) que revistiría en el invierno el calamar argentino. A la vez que podría darse un impacto adicional por coincidencia con la deriva de huevos y paralarvas de calamar proveniente de la zona sur por acción de la corriente de Malvinas. No obstante, en este caso, el impacto se limitaría, a la cercanía del arreglo (5 m) como se evaluó previamente.



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. 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.

4.8.2 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.

Sin embargo, como fue mencionado previamente, para el área CAN 102, se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente de talud, el cual se encuentra a más de 60 km del Área de Maniobras. Al respecto, el área de influencia directa de CAN 102 y adyacencias, 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.

4.8.3 Derrame de hidrocarburos

Los impactos de los derrames de hidrocarburos sobre los peces y cefalópodos se han evaluado en el punto 4.3.3. Los hidrocarburos disueltos en la columna de agua podrían 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 conllevaría 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.

En casos de mayor magnitud, un derrame de petróleo podría provocar el cierre temporal de alguna de las zonas de pesca.

Más allá de lo recién mencionado, las áreas de pesca no se encuentran directamente vinculadas con el área operativa del proyecto, por lo que no se esperan afectaciones significativas en caso de ocurrencia de algún derrame.

Sin embargo, ante la eventualidad de la ocurrencia y debido al impacto que este pudiera tener en caso de suceder (aunque con baja probabilidad), el impacto sobre este factor ha sido clasificado como moderado.



4.9 TRÁNSITO MARÍTIMO

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

En relación al tránsito marítimo, se analizan las eventuales interferencias 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.

La mayor densidad de las rutas marítimas se observa en la zona del Puerto de Mar del Plata, mientras que en la zona de adquisición correspondiente a CAN 102 se observa una densidad moderada.

En el área de influencia de CAN 102 hay actividad pesquera, estando presentes principalmente la flota fresquera de altura y buques congeladores arrastreros. Debido a las distancias del Área de Maniobras a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de adquisición de datos sísmicos. Puntualmente para el Área de Maniobras de CAN 102 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 más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras).

Por lo expresado anteriormente y debido a la sensibilidad media-baja atribuida a este factor y además, teniendo en cuenta que en caso de generarse eventuales interferencias las mismas podrán ser minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias y de Prefectura Naval, la afectación sobre el tránsito marítimo se considera baja.

4.10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

4.10.1 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, por lo que el impacto sobre las actividades económicas será, aunque positivo, de poca relevancia.

A nivel macro económico el proyecto implica la primera 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.



4.11 INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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

4.11.1 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). El puerto de Mar del Plata a ser utilizado como puerto de escala (movilización / desmovilización) y como puerto de servicios logísticos puede 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 del área metropolitana que rodea al mencionado puerto 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.

4.11.2 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 4.2.4), este impacto se estima de baja importancia

4.12 AGUA SUPERFICIAL

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 3 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.

4.12.1 Derrames de hidrocarburos

En el punto 4.2.4 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 (gas oil marino -diesel-) 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.

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

En puntos anteriores se han descripto 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.

4.13 AIRE

4.13.1 Emisiones gaseosas

Durante el desarrollo del proyecto, asociado a las siguientes actividades se generarán emisiones gaseosas:

- La combustión del combustible (MGO - gas oil marino) 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 (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), 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 (gas oil marino -diesel-, 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 (gas oil marino -diesel-), respectivamente.

Se considera que los buques tendrán un tiempo de operación máximo de 60 días, el buque de apoyo Candela S deberá acompañar al sísmico al igual que el GEOSERVICE I mientras no esté realizando las operaciones de logística. Si bien este último, cuando realice escalas en el Puerto de Mar del Plata podrá estar atracado por algunas horas o hasta 1 día, estas escalas se realizarán cada 2 ó 3 semanas, por lo que para el cálculo de emisiones se mantienen 60 días de operación, las 24 horas del día.

La siguiente tabla resume los consumos diarios y a partir de estos, el consumo total a lo largo de la operatoria de prospección.

Tabla 28. 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	1.440	3.000
Apoyo/Remolcador	CANDELA S	MGO	2	1.440	120
Logístico	GEO SERVICE I	MGO	5	1.440	300



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 29. 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 30. 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 31. Emisiones Atmosféricas. Valores expresados en toneladas.

Compuesto	Buque			Total
	Sísmico	Apoyo	Logístico	
CO ₂	9.558,90	382,36	955,89	10.897,15
CO	129,00	5,16	12,90	147,06
NO _x	193,50	7,74	19,35	220,59
N ₂ O	0,26	0,01	0,03	0,29
SO ₂	4,64	0,19	0,46	5,29
CH ₄	0,90	0,04	0,09	1,03
VOCs	25,80	1,03	2,58	29,41
GWP (tCO₂eq)	9.653	386	965	11.004

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 32. Consumo de MGO (gas oil marino -diesel-) 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	1440	1.060	2.120

Para el Buque Sísmico se pudo estimar como máximo un valor de 93,7 kg/h para emisiones de NO_x y 540 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 11.004 toneladas de gases equivalentes a CO₂ en total (o lo que es lo mismo 0,011 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 BUR⁸ 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) en el entorno de cada buque (se espera que se diluya y disipe rápidamente 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.

5 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 MÉTODOLOGÍA UTILIZADA

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por 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 y es una de las herramientas de más amplia utilización (SAyDS, 2019a). En particular, se puede mencionar su utilización en proyectos de prospección sísmica marina nacionales e internacionales, por ejemplo, en los siguientes estudios:

- Serman & asociados, 2021. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114, Argentina para EQUINOR.
- Serman & asociados, 2017. Relevamientos Sísmico Offshore Talud “2D”, Argentina para YPF.
- Serman & asociados, 2017. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Área “A” Santa Cruz, Argentina para ENAP SIPETROL.
- Serman & asociados, 2017. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Área “B” Santa Cruz, Argentina para ENAP SIPETROL.
- Ezcurra & Schmidt S.A., 2012. Estudio de Impacto Ambiental y Social previo a la prospección sísmica costa afuera bloque centro Golfo San Jorge Marina Pan American Energy.
- Walsh, 2007. Estudio de Impacto Ambiental Prospección Sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48, Perú, para PETRO-TECH PERUANA S.A.

⁸ Informe Bienal de Actualización



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:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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. De acuerdo a la metodología, y según esa variación, los impactos toman valores de importancia que los califican como *irrelevantes*, *moderados*, *severos* y *críticos*. Estas calificaciones están extendidas y son comunes en la práctica de la evaluación ambiental y pueden ser denominadas de distintas formas, en general equivalentes, según la adaptación de la metodología y/o autor. Así los impactos *irrelevantes*, en general son denominados como “*bajos*”, siendo esta última la denominación que se adoptó en el presente estudio.



Impacto Positivo		Impacto Negativo		Significado
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación	
< 25	Bajo	> -25	Bajo	La recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, o no precisa de prácticas protectoras o correctoras.
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado	La afectación del mismo no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50 a 75	Alto	-50 a -75	Severo	La afectación de éste exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
> 75	Relevante	< -75	Crítico	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Una categoría adicional de impacto “Poco Significativo” en los términos Garmendia et al. (2005⁹), se ha incluido para clasificar las interacciones que han sido analizadas 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).

5.2 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.

⁹ Garmendia y colaboradores (2005) definen como efectos poco significativos, despreciables o mínimos a “*Aquellos en los que el factor afectado sufre una alteración escasa*”.



Tabla 33. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental

REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE 3D ÁREA CAN 102																
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	-	2	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-32	
			Peces y cefalópodos	-	2	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-32 (*)	
			Tortugas marinas	-	2	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-32	
			Bentos y plancton	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	2	-22	
			Aves	-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29	
		Áreas sensibles y protegidas	-	1	2	4	2	1	1	4	1	2	2	-24		
		Antrópico	Actividad pesquera	-	2	2	4	2	1	1	1	1	2	2	-24	
Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico		Biótico	Mamíferos marinos	-	1	1	4	2	1	1	1	1	2	4	-21	
			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 sensibles y protegidas	-	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 luminicas de los buques	Biótico	Aves	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
			Áreas sensibles y protegidas	-	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 sensibles y protegidas												Poco significativo	
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios		Antrópico	Actividades económicas	0	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	-	2	1	4	2	1	1	4	4	1	2	-27	
			Aves	-	4	2	4	2	4	1	4	4	1	4	-40	
			Áreas sensibles y protegidas	-	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 sensibles y protegidas													Poco significativo

Notas:

(*) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de peces, mientras que la valoración de la Importancia del impacto para el grupo de cefalópodos resulta baja.

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación
< 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 34. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental 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 Área CAN 102	Actividades planificadas															
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)					-32	-32	-32	-21	-29	-24	-24				
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico					-21		-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 significativo	Poco significativo	Poco significativo		Poco significativo	Poco significativo					
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios													16	Poco significativo	
	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 significativo		Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo					

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación
< 25	Bajo	> -25	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
50 a 75	Alto	-50 a -75	Severo
> 75	Relevante	< -75	Crítico

6 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 35. Jerarquía de mitigación (SAySD, 2019a)

Evitar (Medida Preventiva)	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 (Medida de Mitigación)	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 (Medida de Restauración)	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 (Medida de Compensación)	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. Como resultado de la implementación de las medidas los impactos residuales han quedado calificados entre bajos y poco significativos.



Tabla 36. 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	<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
		Peces y cefalópodos	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 ► 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	<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
		Aves	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 	Bajo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
				- 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)	
		Bentos y plancton	Bajo	► 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	Bajo	► 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	► 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	► 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	Bajo	► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA	Bajo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		marinas		MARINA - Boyas terminales equipadas con protectores de tortugas marinas - Monitoreo de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas marinas	
		Aves	Bajo	► 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	► 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	► 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 actividades vinculadas al sector pesquero	Poco significativo
		Tránsito marítimo	Bajo	► PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS - Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	Poco significativo
asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y	Físico	Aire	Bajo	► 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
	Biótico	Aves	Bajo	► 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	► 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
	Biótico	Mamíferos	Poco significativo	► PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	Poco significativo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
sonoras de los buques (y helicóptero)		marinos		- Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL	
		Peces y cefalópodos	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Tortugas marinas	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Aves	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Áreas protegidas y sensibles	Poco significativo	► 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	Poco significativo
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	Bajo	► PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES	Bajo
		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Poco significativo	► PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES	Poco significativo
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	Moderado	► PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS	Bajo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		marinos		<ul style="list-style-type: none"> - 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 	
		Peces y cefalópodos	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
		Tortugas marinas	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
		Aves marinas	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
		Bentos y plancton	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 	Bajo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS ▶ 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
		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
	Antrópico	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 	Poco significativo
		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 	Poco significativo
	Físico	Mamíferos	Poco significativo	▶ PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO	Poco significativo
	Biótico				



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		marinos		- 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	
		Peces y cefalópodos	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Tortugas marinas	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Aves marinas	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Bentos y plancton	Poco significativo	► 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	Poco significativo
		Áreas protegidas y sensibles	Poco significativo	► PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO - Manejo de residuos ► PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL	Poco significativo



Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida o acción de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
				<ul style="list-style-type: none"> ▶ PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO ▶ PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS ▶ PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS 	

Notas:

(*) se considera la mitigación dada por la aplicación del aumento gradual en cuanto a los peces, en tanto que para el grupo de los cefalópos el impacto resultó inicialmente bajo.



Ing. MARIANO MICULICICH
 Director
 SERMAN & ASOCIADOS S.A.

7 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 el Área CAN 102 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 Fernández– Vitora, 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 el polígono 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 102 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 Área CAN 102 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 al área CAN 102 con potencial de producir impactos acumulativos.



1 - Conforme lo establece la Ley de Hidrocarburos N° 17.319, la empresa YPF, de la misma manera que otros titulares de permisos otorgados en el marco de la Ronda 1, debe dar cumplimiento a los compromisos asumidos al obtener los Permisos de Exploración dentro del primer periodo de vigencia de éste, es decir dentro de los primeros 4 (cuatro) años a partir de su otorgamiento cuyo vencimiento opera entre setiembre y noviembre de 2023. De lo anterior puede inferirse que, para dar cumplimiento a los requerimientos de la legislación vigente, todos los permisionarios estarían realizando las actividades que les restan para cumplimentar sus propuestas de inversión antes de finales de 2023. De este modo, podría interpretarse que se llevarán a cabo relevamientos sísmicos en varias áreas de la Cuenca Argentina Norte (CAN) de manera simultánea.

Como se mencionó en el Capítulo 5, existen bloques linderos y/o cercanos al Área de Adquisición bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. Estos son los bloques CAN 101, CAN 103, CAN 104, CAN 105 y CAN 106. No obstante, no se recibieron ofertas para dichos bloques y el concurso público se declaró “Desierto” en relación a los mismos. Esto permitiría descartar la posibilidad de que se lleven tareas de prospección en los mencionados bloques (hasta tanto no sean concesionados).

En cuanto a áreas concesionadas, se conoce que la empresa EQUINOR planifica operaciones en las áreas CAN 100-108 y CAN 114 durante el periodo octubre 2021 – marzo 2022 (Serman & asociados s.a., 2021). Además que dicha campaña resulta anterior a la prevista para el área CAN 102, el área de adquisición CAN 100-108 (la más cercana) se ubica a más de 240 km de distancia, por lo que supera ampliamente el área de influencia del proyecto.

En términos de distancia, sigue el bloque CAN 107 concesionado a la empresa SHELL (junto con el bloque CAN 109), no obstante éste se encuentra a más de 250 km del Área de Adquisición CAN 102, y por lo tanto también muy alejado del área de influencia del proyecto.

Por otro lado, YPF ha entablado diálogo con la empresa TGS AP INVESTMENTS Sucursal Argentina (quien desarrolla actividades en Argentina como NOPEC Geophysical) para conocer sus planes respecto de cualquier operación sísmica en las áreas linderas o cercanas. En este sentido, NOPEC Geophysical ha informado que las operaciones que planifica se ubican en los bloques CAN 111, CAN 113 y CAN 114. Todos estos bloques se encuentran a distancias significativas del Área de Adquisición CAN 102, siendo el más cercano el bloque CAN 111 ubicado a más de 500 km de la misma.

Debido a las distancias mencionadas, que exceden por mucho el área de influencia de CAN 102, no se considera que las actividades bajo estudio puedan interactuar con las campañas sísmicas a ser desarrolladas en los bloques mencionados.



De todos modos, y en vistas que a futuro pudieran planificarse exploraciones en áreas cercanas que no fueran consideradas al momento de la elaboración del presente documento, debe tenerse en cuenta que a los efectos de simplificar la logística y optimizar los costos, las empresas que deben realizar relevamientos sísmicos en áreas cercanas, en general acuerdan contratar el mismo buque y desarrollar sus campañas en forma consecutiva en lugar de contratar buques diferentes para el desarrollo simultáneo. Por las características y especificidad de los relevamientos sísmicos, las empresas operadoras contratan a compañías de servicios que realizan estos trabajos en todo el mundo, contando éstas con la tecnología, los buques y las capacidades adecuadas a tal efecto. Estos buques sísmicos realizan campañas en Europa, África, Oceanía, etc. por lo que, en la planificación de una campaña sísmica, es necesario considerar la disponibilidad del buque con la tecnología adecuada y la ventana de tiempo apropiada para llevar a cabo la actividad (por cuestiones climáticas, administrativas, etc.). Dado que Argentina se encuentra muy alejada de otras áreas de exploración petrolera en el mundo (a excepción de las cuencas costa afuera de Brasil), y el número de buques sísmicos en actividad es acotado, la logística de cada campaña es muy compleja. En este sentido, se entiende que la comunicación entre distintas empresas permisionarias para la ejecución de sus correspondientes campañas sísmicas de manera coordinada y consecutiva, favorece a los aspectos de logística y planificación de sus proyectos para realizarlos sin solapamientos ni interferencias. En el PGA se consideran estas medidas de comunicación y coordinación a llevar a cabo entre las distintas partes y empresas bajo el punto XXX “COORDINACIÓN CON POTENCIALES EXPLORACIONES LINDERAS”).

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. 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.

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 aumento gradual o *soft start* al comienzo de cada línea de adquisición de datos que permitiría que los peces con capacidad de evitación 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. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca, para el área de actividad de CAN 102 se observa una relación no vinculante con las áreas de pesca. El esfuerzo pesquero se concentra fundamentalmente en la zona del frente del talud que se encuentra a más de 90 km del Área de Adquisición de datos sísmicos (y a más de 60 km del Área de Maniobras), por lo cual no se superpone espacialmente con el proyecto. De acuerdo a lo antedicho, no se considera que asociado al proyecto exista un impacto acumulativo sobre el grupo de peces y las pesquerías de las especies de interés económico.



4 - 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, la extensa campaña del 2018 a cargo de la empresa SPECTRUM ASA SUCURSAL ARGENTINA (ahora TGS), involucró al área de adquisición sísmica objetivo del presente estudio, como así también una campaña más reciente identificada con fecha 20/03/2020. 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 aumento gradual 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 entre los estudios sísmicos pasados y los previstos, y el uso del procedimiento de aumento gradual permiten suponer que existe 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 minimizan a través del aumento gradual y los impactos de comportamiento son menores y temporales, como se ha evaluado anteriormente. Considerando que la fecha de inicio más temprana para el presente proyecto será finales de marzo de 2022, las campañas antecedentes cercanas se distancian en casi 24 meses (y en más de 3 años con la campaña de TGS). De este modo, no se producirá la afectación en periodos estacionales consecutivos de la misma área, sino que existirá un intervalo de casi 2 años entre actividades. 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.

5 – 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 todo caso, 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 1.300 y 3.700 metros.



8 BIBLIOGRAFÍA

Abgrall, P., V. D. Moulton, y W.J. Richardson (2008). Updaten Review of Scientific Information on Impacts of Seismic Survey on Marine Mammals, 2004-present. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Rec. Doc. 2008/087

Administración de Parques Nacionales (2020). <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/areas-marinas-protegidas>

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. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, Mar del Plata, 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/>

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 chrysocome*) 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.



- Bastida, R. Zamponi, M., Bremec, C., Roux, A., Genzano, G. y Elías, R. (2007a). Las comunidades bentónicas. En: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 5. El Ecosistema marino: 91-125. INIDEP. Mar del Plata. Argentina
- Bastida R, D Rodríguez, E Secchi y V DA Silva. (2007b). Mamíferos Acuáticos. Sudamérica. Antártida. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- 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.
- Boersma P.D. y Rebstock G.A. (2009). Foraging distance affects reproductive success in Magellanic penguins. Mar Ecol Prog Ser 375:263-275. <https://doi.org/10.3354/meps07753>
- 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., H. Dalen, H. Heivestad, A. Levsen, T. van der Meeren, y K. Toklum (1996). Effekter av luftkanonskyting på egg, larver og ynell (effects of airgun shooting on eggs, larvae, and personnel). Havforskningsinstituttet, ISSN 0071–5638.
- BOEM [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>
- 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.
- Bremec C.; Schejter L.; Madirolas A.; Tripode M. (2006). Comunidades de aguas profundas: macrofauna bentónica de un cañón submarino localizado en la plataforma patagónica (43°35'S, 59°33'W). VI jornadas nacionales de ciencias del mar, Mar del Plata, Argentina.
- Brown, C. R., y Adams, N. J. (1983). The effect of underwater explosions on Rockhopper Penguins Eudyptes chrysocome. Cormorant 11, 68.
- 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 of warming 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., Martínez 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., García 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., Clay, T. A., Phillips, R. A., Bonnet-Lebrun, A., Dias, M. P. (2020). A framework for mapping the distribution of seabirds by integrating tracking, demography and phenology. *Journal of Applied Ecology*. doi: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. (2012). Recovery of barotrauma injuries in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. *Plos One* 7, p. e39593.

Castège, I., Y. Lalanne, V. Gouriou, G. Hemery, M. Girin, F. D'Amico, C. Mouches, J. D'Elbee, L. Soulier, J. Pensu, D. Lafitte, y 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 y 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. A., Manica, A., Ryan, P. G., Silk, J. R. D., Croxall, J. P., Ireland, L., & Phillips, R. A. (2016). Proximate drivers of spatial segregation in non-breeding albatrosses. Scientific Reports, 6(1). doi:10.1038/srep29932
- Conesa Fernández– Vitoria, 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, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., De Juana, E. (2017). Handbook of the birds of the world alive. Lynx Editions, Barcelona. <https://www.hbw.com>
- 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.
- Di Tullio J.C., Gandra T.B.R. Zerbin A.N., Secchi E.R. (2016). Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. PLoS ONE 11(5): e0155841. Doi:10.1371/journal.pone.0155841
- DFO [Fisheries and Oceans Canada] (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.

Di Tullio JC, Gandra TBR, Zerbini AN, Secchi ER (2016) Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. *PLoS ONE* 11(5): e0155841. Doi:10.1371/journal.pone.0155841

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.

Dogliotti, A. I, Lutz, V. A., y Segura, V. (2014). Estimation of primary production in the southern argentine continental shelf and shelf-break regions using field and remote sensing data. *Remote Sens Environ* 140, 497–508.

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 (*Melanogrammus 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.

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

FREPLATA. (2004). Análisis diagnóstico transfronterizo del Río de la Plata y su frente marítimo". Documento técnico. Proyecto protección ambiental del Río de la Plata y su frente marítimo. Proyecto pnud/gef/rla/99/g31

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>

Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., y Garmendia, L. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Pearson-Prentice hall, Madrid. España

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. y 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., Sittler, B., Hansen, J., Bollache, L. (2013). Trans-Equatorial Migration Routes, Staging Sites and Wintering Areas of a High-Arctic Avian Predator: The Long-tailed Skua (*Stercorarius longicaudus*). PLoS ONE, 8(5), e64614. doi:10.1371/journal.pone.0064614

González Carman., Prosdocimi L., Albareda D. (2012). Programa Regional de Investigación y Conservación de Tortugas Marinas de Argentina- PRICTMA. P. 405-420. En: Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina-Programa de Conservación de especies amenazadas. Editorial: Dirección Nacional de Fauna Silvestre.

González Carman, V; Bruno, I; Maxwell, S; Álvarez, K; Albareda, D; Acha, E. M; Campagna, C (2016). Habitat use, site fidelity and conservation opportunities for juvenile loggerhead sea turtles in the Río de la Plata, Argentina. Marine Biology, 163(1), 20–. doi:10.1007/s00227-015-2795-5

González Carman, V., Piola, A., O' Brien, T. D., Tormosov, D. D., y Acha, E. M. (2019). Circumpolar frontal systems as potential feeding grounds of southern right whales. Progress in Oceanography, 176, 102123. doi:10.1016/j.pocean.2019.102123.

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. Oskar 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. y Bertrand, J.C. (1984). Effects of petroleum biodegradation products on phytoplankton growth. Second International Colloquium on Marine Bacteriology, Paris, France, IFREMER

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.
- 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.
- Hassel, A., T. Knutsen, J. Dalen, K. Skaar, S. Løkkeborg, O.A. Misund, O. Ostensen, M. Fonn, y E.K. Haugland. (2004). Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). ICES Journal of Marine Science 61:1165-1173.
- 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.
- 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
- ITOPF [International Tanker Owners Pollution Federation] (2010). Technical Information Paper No 3: Oil Spill Effects on Fisheries.
- ITOPF [International Tanker Owners Pollution Federation] (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.
- Kyhn, L. A., Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., Mosbech, A., (2011). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. Danish Center for Environment and Energy, Roskilde, Denmark Dec.
- La Bella, G., Cannata, S., Frogia, 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. y 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., E. Ona, A. Vold, H. Pena, A. Salthaug, B. Totland, J.T. Øvredal, J. Dalen, and N.O. Handegard (2010). Effects of seismic surveys on fish distribution and catch rates of gillnets and longlines in Vesterålen in summer 2009. Institute of Marine Research. Report 2. Available at (cited 27 October 2010). 50pp.

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 y 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

Lutz, V. A., Segura, V., Dogliotti, A. I., Gagliardini, D. A., Bianchi, A. A., & Balestrini, C. F. (2009). Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. Journal of Plankton Research, 32(2), 181–195. doi:10.1093/plankt/fbp117

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.

Mandiola, M. Agustina; Giardino, Gisela V.; Bastida, Julián; Rodríguez, Diego H.; Bastida, Ricardo O. (2015). Marine mammal occurrence in deep waters of the Brazil-Malvinas confluence off Argentina during summer. Mastozoología Neotropical, vol. 22, núm. 2, 2015, pp. 397-402.

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.

Matsumoto, H., J. H. Haxel., R.P. Dziak, D.R. Bohnenstiehl, R.W. Embley (2011). Mapping the sound field of an erupting submarine volcano using an acoustic glider. The Journal of the Acoustical Society of America. 129. EL94-9. 10.1121/1.3547720.

MAYDS [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable]. Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad. Plan de Acción 2016-2020. Republica Argentina.



- Meekan, M. G., Speed, C. W., McCauley, R. D., Fisher, R., Birt, M. J., Currey-Randall, L. M., Semmens, J. M., Newman, S. J., Cure, K., Stowar, M., Vaughan, B., & Parsons, M. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(30), e2100869118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100869118>
- 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.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 S, Musick JA, Lenhardt ML (1999) Auditoryevoked potentials of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *COPEIA* 1999:836–840
- 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., & Phillips, R. A. (2015). Spatial distribution and ecological niches of non-breeding planktivorous petrels. Scientific Reports, 5(1). doi: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 [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2016). Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. Final Environmental Impact Statement (FEIS). Volume 2
- NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (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
- OGP [International Association of Oil & Gas Producers]. (2010). Water Transport Accident Statistics, Risk Assessment Data Directory, Report No. 434 – 10.



- 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.
- Padovani, L.; Viñas, M. D.; Sabatini, M.; Alvarez Colombo, G.; Mianzan y Hermes W. (2015). Dinámica poblacional de *Themisto gaudichaudii*, una especie clave en la trama trófica de la plataforma patagónica austral. *Rev Invest Desarr Pesq* 26, 69-88.
- PAN – TORTUGAS (2014). Plan de Acción Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas 2014. ONLINE https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-TORTUGAS/index.php
- Parks, S.E., C.W. Clark, y 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 Aquatsci* 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., Zeddies, 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.

Prosdoci, L., Bruno, I., Rodríguez - Heredia, S. y Albareda, D.A. (2014). High-use areas, seasonal movements of leatherback sea turtle and fisheries interaction in Southwestern Atlantic Ocean. 34th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Nueva Orleans - USA.

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. y 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.



- Pütz, K., Raya Rey, A., Schiavini, A., Clausen, A. P. & Lüthi, B. H. (2006). Winter migration of rockhopper penguins (*Eudyptes c. chrysocome*) breeding in the Southwest Atlantic: is utilization of different foraging areas reflected in opposing population patterns? *Polar Biology*, 29: 735-744
- Quillfeldt, P., Cherel, Y., Masello, J. F., Delord, K., McGill, R. A. R., Furness, R. W., ... Weimerskirch, H. (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., Masello, J.F., Navarro, J. y Phillips R.A. (2013). Year-round distribution suggests spatial segregation of two small petrel species in the South Atlantic. *Journal of Biogeography* 40 (3):430-441.
- Quillfeldt, P., Cherel, Y., Masello, J. F., Delord, K., McGill, R. A. R., Furness, R. W., ... Weimerskirch, H. (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., Cherel, Y., Delord, K., Phillips, R. A., ... Masello, J. F. (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., Ramírez, I., Paiva, V. H., Dinis, H. A., ... González-Solís, J. (2017). It is the time for oceanic seabirds: Tracking year-round distribution of gadfly petrels across the Atlantic Ocean. *Diversity and Distributions*, 23(7), 794–805. doi: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.
- Reid K., Coxall J.P., Edwards T.M., Hill H.J., Prince P.A. (1997). Diet and feeding ecology of the diving petrels *Pelecanoides georgicus* and *P. urinatrix* at South Georgia. *Polar Biol* 17:17–24
- Richardson, AJ, Matear, y 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.
- Ridgway, S. H. , E. G. Wever , J. G. McCormick , J. Palin y J. H. Anderson (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.

Rubio, L., González, S., López, G., Berriolo, C., Jiménez, S., Lenzi, J., Domingo, A. (2015). Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la plataforma continental uruguaya. Montevideo, MGAP-DINARA, 49 p. (Informe Técnico – DINARA; N° 52).

Russell, D. (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, y 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.

SAyDS [Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación] (2019a). Guía para la elaboración estudios de impacto ambiental.

SAyDS [Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación] (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.

Schejter, L y Bremec, C. (2013). Composition, richness and characterization of the benthic community in a non-fished area 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 assessing 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 salvin'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 sísmicas 2D en Argentina. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Poster
- 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.
- Serman & asociados s.a. (2021). Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore “3D” áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114, Argentina.
- Shane, S.H., R.S. Wells, y B. Würsig. (1986). Ecology, behavior, and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Marine Mammal Science* 2(1):34-63.
- Sick, H. (2001). *Ornitologia brasileira* 2a ed. Editorial nova fronteira, Rio de Janeiro. 910 pp.
- Sivle, L.D.; Kvadsheim, P.H.; Cure, C.; Isojunno, S.; Wensveen, P.J.; Lam, F.P.A.; Visser, F.; Kleivane, L.; Tyack, P.L.; Harris, C.M.; Miller, P.J.O. (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.
- Sørensen K., Neumann C., Dähne M., Hansen K.A., Wahlberg M. (2020). Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) react to underwater sounds. *R. Soc. open sci.* 7: 191988. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.191988>
- 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/geo-environmental/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., & Veselý, P. (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>.

Thiebault A., Charrier I., Aubin T., Green D.B., Pistorius P.A. (2019). First evidence of underwater vocalisations in hunting penguins. *PeerJ* 7:e8240 <https://doi.org/10.7717/peerj.8240>

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., ... Boyd, I. L. (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 de Laar, F.J.T (2007). Green light to birds Investigation into the effect of bird-friendly lighting. NAM LOCATIE L15-FA-1.

Van Waerebeek, K., A.N. Baker, F. Félix, J. Gedamke, M. Iñiguez, G.P. Sanino, E. Secchi, D. Sutaria, A. van Helden, y 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. (1988). Spatial dispersion patterns of antarctic seabirds. Phd thesis. Irvine: University of California
- 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.
- Webb, C.L.F., Kempf, N.J. (1998). The impact of shallow water seismic surveys in sensitive areas. *Society for Petroleum Engineers Technical Paper SPE46722*.
- Webster, F.J., Wise, B.S., Fletcher, W.J. y Kemps, 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., Tarroux, 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, y 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.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

OBIS, Sistema de Información sobre Biodiversidad Oceanica (Ocean Biogeographic Information System). <https://www.obis.org/>



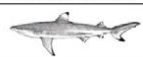
Seabird tracking database <http://www.seabirdtracking.org/mapper/index.php>.

ACAP: Agreement on Conservation of Albatrosses and Petrels (Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles). <HTTP://WWW.ACAP.AQ>

GBIF. <https://www.gbif.org/es/>



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/migration*	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 = Seng 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 14. 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., 2017).

	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 15. 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., 2017).



Tabla 37. 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 position	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.	



			>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)
Change in horizontal distribution	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)

				Presumed to have migrated out of area (100-300 m water depth).	
Change in swimming behaviour			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.					

