

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D” ÁREAS CAN 100, CAN 108 Y CAN 114, ARGENTINA

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	5
2.1	INTRODUCCIÓN	5
2.2	METODOLOGÍA	6
2.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	8
2.3.1	Invertebrados marinos	9
2.3.2	Peces	13
2.3.3	Pesquerías	24
2.3.4	Tortugas Marinas	25
2.3.5	Aves Marinas	29
2.3.6	Mamíferos Marinos	39
2.3.7	Áreas Protegidas	49
2.3.8	Navegación	50
2.3.9	Infraestructura	51
2.3.10	Actividad Hidrocarburífera	51
2.4	CONCLUSIONES	52
3	IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO	55
4	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES	56
5	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	57
5.1	INTRODUCCIÓN	57
5.1.1	Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición	58

5.2	POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS MAMÍFEROS MARINOS	64
5.2.1	Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos	65
5.2.2	Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos	71
5.2.3	Importancia del impacto	75
5.3	POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS PECES Y CEFALÓPODOS	76
5.3.1	Sensibilidad auditiva de los peces	77
5.3.2	Cambios en el comportamiento	83
5.3.3	Huevos y Larvas	89
5.3.4	Cefalópodos	91
5.3.5	Importancia del impacto	92
5.4	POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS TORTUGAS MARINAS	94
5.4.1	Efectos de las prospecciones sísmicas sobre las tortugas marinas	94
5.4.2	Importancia del impacto	95
5.5	POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y EL PLANCTON	96
5.5.1	Efectos de las operaciones sísmicas sobre las comunidades bentónicas y el plancton	96
5.5.2	Importancia del impacto	98
5.6	POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS AVES	99
5.6.1	Efectos del sonido sobre las aves marinas	100
5.6.2	Otros posibles efectos vinculados con el proyecto	104
5.6.3	Importancia del impacto	104
5.7	POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS	105
5.8	POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS PESQUERÍAS	106
5.8.1	Efectos de las operaciones sísmicas sobre las especies de interés pesquero	106
5.8.2	Importancia del impacto	114
5.9	POTENCIALES IMPACTOS SOBRE EL TRÁNSITO MARÍTIMO Y EL FUNCIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES	115
5.10	OTROS IMPACTOS POTENCIALES	116
6	VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	119



6.1	METODOLOGÍA UTILIZADA	119
6.2	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	122
7	MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	125
8	IMPACTOS ACUMULATIVOS	129
9	BIBLIOGRAFÍA	134



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 recomendaciones 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” de las áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114.

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

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

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

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



Para la valoración de los impactos, el esquema del presente capítulo sigue fases diferentes. La primera involucra la identificación de las actividades o acciones del proyecto que pueden generar impactos sobre el ambiente. La segunda fase implica la identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados. En la última 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. 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 6).

En función de los impactos identificados y jerarquizados, se diseñaron recomendaciones y se establecieron las medidas de mitigación y de gestión ambiental que se detallan en el Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión Ambiental. 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 7).

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 otros emprendimientos existentes o planificados (ver Punto 8).

2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El nuevo paradigma del desarrollo sustentable establece el necesario equilibrio entre las actividades productivas, el bienestar social y la conservación ambiental. Los modelos de sensibilidad ambiental son un primer paso en la búsqueda de esta armonía (Rebolledo, 2009).

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

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

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

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



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

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

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

2.2 METODOLOGÍA

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

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

Se seleccionaron los distintos factores pertenecientes al medio natural y socioeconómico a considerar en la ESA. En relación al medio físico, considerando el tipo de actividad (prospección sísmica) y el ambiente analizado, no se han identificado factores particulares que deban ser incorporados.

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 los arreglos sonoros, el principal efecto adverso sobre la biota se relaciona con la generación de ruidos. Los tipos de efectos se pueden ordenar de mayor a menor gravedad como mortalidad, daño auditivo permanente o temporal, confusión en la percepción de los sonidos (discriminación de intensidad, frecuencia, dirección o distancia), cambios de comportamiento (huida, modificación de las trayectorias), enmascaramiento de señales de socialización o de ecolocalización (Redondo y Ruiz, 2017).

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



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

En función de lo señalado, se realizó un análisis de las principales revisiones bibliográficas sobre audición, impactos de ruido antropogénico y características ecológicas que confieren vulnerabilidad o resiliencia, 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 del proyecto.
- b) Verificar la ocurrencia de criterios que señalan características particulares de sensibilidad, considerando los siguientes aspectos:

Criterios de localización en el área a prospectar y valor ecológico:

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

Criterios de protección legal

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

Respuestas de evitación y capacidad de alejamiento

- E1. Especies que no tienen o no se les conoce comportamientos de evitación
- E2. Capacidad de evitación limitada

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 estudio (descriptas en la LBA).



A continuación, para cada clase (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 estudio. La información volcada se basa principalmente en la LBA, indicándose otra información con citas adicionales.

2.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El Área Operativa y de Influencia Directa del Proyecto se encuentra emplazada en el Mar Argentino. Particularmente, el área de prospección sísmica CAN 100-108 se localiza en el talud medio e inferior y comienzo de la emersión continental, a profundidades de entre 1200 m y 3900 m. Su área de operación y de influencia directa se extiende en profundidades de entre 1000 m y 4100 m. Por otro lado, el área CAN 114 se ubica en el talud medio en profundidades de entre 1400 m y 3000 m. El área de operación y de influencia directa de CAN 114 se ubica en profundidades de entre 1300 m y 3000 m, presentando un valor máximo puntual de 3350 m en el borde SE de la misma.

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

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

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

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

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



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

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 similar a un saco llamada estatocisto (Caroll et al. 2017). Los estatocitos se desarrollan durante la etapa larval (Young et al., 2006) y pueden permitir que un organismo detecte la partición asociada con las ondas sonoras en el agua para orientarse (Sekiguchi y Terazawa, 1997; Kaifu et al., 2008). Los cefalópodos tienen, además, células ciliadas epidérmicas que les ayudan a detectar el movimiento de las partículas en sus inmediaciones (Kaifu et al., 2008), comparable a las líneas laterales en los peces. De manera similar, los decápodos tienen setas sensoriales en su cuerpo (Popper et al., 2001), incluso en sus antenas que pueden usarse para detectar vibraciones de baja frecuencia (Montgomery et al., 2006). Se han detectado estructuras que permiten detectar vibraciones debido al movimiento de partículas en la sepia y las vieiras (André et al., 2016).

Para el presente análisis se consideraron las siguientes categorías:

- Comunidad Bentónica. Organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas.
- Comunidad Planctónica. Grupo de organismos acuáticos microscópicos que carecen de movilidad propia o casi nula y cuyos movimientos son dependientes de las masas de agua en las que viven, especialmente, hasta una profundidad de 200 metros. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton).
- Cefalópodos. Grupo de gran relevancia económica en la región donde se implantará el proyecto. Integrante del necton (juntos con los peces, reptiles y mamíferos marinos) la que es una comunidad de organismos que integra a aquellas especies animales, en general macroscópicas, con una gran capacidad de natación.

2.3.1.1 Comunidad Bentónica

Existen pocos estudios de bentos en áreas relativamente profundas del talud continental Argentino. Según los antecedentes disponibles, el funcionamiento del ecosistema bentónico en esta zona está estrechamente vinculado al flujo de energía que llega desde la superficie como “lluvia de fitoplancton” y como subproductos de la actividad que se desarrolla en los primeros metros de la columna de agua.

Los principales grupos observados en las inmediaciones del área de estudio se corresponden a moluscos, poliquetos, crustáceos, equinodermos y picnogónidos. Estudios recientes de recopilación y actualización de información de las comunidades bentónicas de diferentes sectores de la plataforma externa y el talud continental del Mar Argentino, indican un total de 90 especies entre poríferos, equinodermos, hidroides, organismos infaunales y epibionticos.

En la región del talud comprendida entre 42° y 48° sur se encontraron asociaciones dominadas por especies de poríferos, seguidos por la vieira (*Sterechinus agasszii*, *Actinostola crassicornis*, *Adelomelon ancilla*, *Fusitriton magellanicus*, *Diplasterias brandti*, *Arbacia dufresnii*, *Libidoclaea granaria*, *Magellania venosa* y *Eugyra* sp, entre otras). En los estudios asociados a las unidades de manejo para la pesca de la vieira se registraron para el área norte del proyecto parches con altas densidades del cangrejo ermitaño *Sympagurus dimorphus* y del erizo *Sterechinus agasszii*. Mientras que para el área sur se presenta menor densidad de vieiras que otras áreas y se caracteriza por poseer una mayor riqueza de especies que áreas más explotadas así como una biomasa de esponjas que represento entre 22 y 90% de la captura.

Los stocks de vieiras pueden fluctuar ampliamente de un año a otro, tal es el caso de poblaciones cuyo reclutamiento se encontraría fuertemente influenciado por las condiciones hidrográficas. Actualmente, esta pesquería ya evidencio una reducción en la biomasa de captura y una limitación de las áreas factibles de pesca. Al analizar las áreas con altas densidades de vieira patagónica *Zygochlamys patagónica*, es posible observar que las áreas sensibles (reproducción) no coinciden con el área del proyecto, aunque se encuentran cercanas.

En áreas más profundas, con motivo de detectar Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, 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.

En relación a los decápodos, constituyen uno de los grupos más conocidos por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Otra característica destacable del grupo es su papel de presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Para el área de influencia del proyecto se registran tres especies: las langostas *Munida gregaria* y *Munida subrugosa* y la centolla *Lithodes santolla*.

En relación a esta última especie, 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. En el área cercana al proyecto (pero fuera del área de influencia del mismo) solo se registra un sitio de reproducción y muda pero de muy baja densidad de centollas.

Respecto a las comunidades bentónicas, para la zona donde se ubica las áreas CAN 100-108 y 114 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas. Los ecosistemas marinos vulnerables identificados en el Atlántico sudoccidental se encuentran a menores profundidades que las que se verán afectadas por el proyecto, siendo los bancos de vieiras y esponjas a lo sumo marginales.

Para el caso de la vieira patagónica, *Zygochlamys patagónica*, se observa una baja densidad de la biomasa en la zona cercana al proyecto, registrándose en primavera-verano la mayor densidad de la especie, siendo el primer y segundo trimestre del año los mayores desembarcos del recurso.



Las especies de crustáceos decápodos, registrados en la zona de estudio, no tienen importancia económica, presentando pesquerías bycatch/incidental. Si bien estas especies presentan gran relevancia ecológica, la distribución de las mismas es marginal a la zona del proyecto.

En particular la centolla, *L. santolla*, la especie se encuentra en un área marginal cercana al proyecto. Durante primavera y verano el área está próxima a los sitios de reproducción y muda de la especie en la zona norte de la plataforma y en el invierno esta área se encuentra registrada para la actividad de muda. En otoño la densidad del recurso es bajo.

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

2.3.1.2 Comunidad Planctónica

Estos organismos constituyen los primeros niveles tróficos del ecosistema, siendo de importante valor como fuente de alimento para los niveles tróficos superiores. Su abundancia, biomasa y distribución son determinantes en la estructura de la trama trófica que sustenta el ambiente acuático. Por lo tanto, las alteraciones en el plancton generan efectos en cascada en el resto de la trama trófica, convirtiendo a estos organismos en indicadores de las condiciones ambientales reinantes.

Los frentes marinos representan el encuentro de masas de agua de distintas propiedades. Las regiones frontales están caracterizadas por algún sistema de enriquecimiento en nutrientes de la capa iluminada del océano, lo que desencadena una alta producción fitoplanctónica y el incremento de la actividad trófica a niveles más altos. Este es el caso del área bajo estudio, la cual forma parte de los seis sistemas frontales en la plataforma Sudamericana de Uruguay y Argentina. En particular el área de estudio se ubica muy cercana al borde del talud.

La producción fitoplanctónica en esta zona varía en función de las dos corrientes características. En este sentido, 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.

La productividad se sustenta en el hecho que ambas corrientes aportan elementos que favorecen el crecimiento y la concentración del fitoplancton. La corriente de Malvinas aporta aguas subantárticas ricas en nutrientes, y la de Brasil, la estabilidad requerida para el crecimiento del fitoplancton. Para el borde del talud y la zona de la plataforma media, zona cercana a donde se ubica el área de influencia del proyecto, los valores máximos de productividad fitoplanctónica se registran durante las estaciones de primavera y verano.



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 cerca del área del proyecto, está caracterizada por la presencia de 57% invertebrados presentes en el área. Para el borde del talud y la zona de la plataforma media, la mayor diversidad de zooplancton se registra durante las estaciones de primavera y verano.

En las aguas de las corrientes de Malvinas y Brasil viven más de 1.000 especies de zooplancton marino. La mayoría de las especies son escasas y la representación en grupos taxonómicos es desigual: más del 80 % de los individuos corresponden a menos del 20 % de las especies. Con respecto a la composición del zooplancton, el mesozooplancton se compone principalmente de copépodos (89%) y ocasionalmente de ostrácodos, pterópodos, formas juveniles de eufáusidos y anfípodos y también larvas de otros crustáceos y huevos de peces. Esta fracción aporta aproximadamente entre un 50 y un 60% de la biomasa total del zooplancton en otoño y primavera, respectivamente.

El macrozooplancton incluye fundamentalmente eufáusidos (krill), anfípodos y chaetognatos. El krill representa la fuente de alimento de muchas especies de peces, cetáceos, pinípedos, pingüinos y otras aves marinas que frecuentan el área. La especie de krill más importante es *Munida gregaria*. Por otro lado, el grupo de anfípodos es prácticamente monoespecífico y está representado casi exclusivamente por *Themisto gaudichaudii*. Esta especie constituye el alimento clave para la mayoría de las especies de peces que se distribuyen en el área.

Para la zona donde se ubica las áreas CAN 100-108 y 114 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 del proyecto.

En relación al zooplancton, las especies que pueden presentar mayor grado de sensibilidad a la actividad sísmica son las larvas de crustáceos y el Krill. Si bien, este grupo no presenta capacidad de evadir el efecto, es importante remarcar que las áreas de máxima biomasa zooplanctónica, no se superponen con las áreas CAN 100-108 y 114, ya que estas se localizan en el frente del talud, a 30 km del área de prospección y a 17 Km del Área Operativa y de Influencia Directa del Proyecto.

Por tal motivo, se considera que esta componente presenta una sensibilidad intermedia durante los momentos de máxima productividad, es decir durante las estaciones de primavera y verano y baja para otoño e invierno.

2.3.1.3 Cefalópodos

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



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

Para la zona de estudio se observan:

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

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

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

Desde un punto de vista pesquero el stock de más relevancia corresponde a la zona al sur del paralelo 44° S (subpoblación sudpatagónica) lo que implica que el impacto sobre la pesquería será mucho menos significativo en el área de proyecto. Por tal motivo, se considera una sensibilidad media durante los meses de otoño e invierno y baja el resto del año, considerando que la especie posee una amplia distribución y alta densidad en las zonas de plataforma localizadas al sur de los 44° S.

2.3.2 Peces

En el caso de peces se seleccionaron criterios asociados con a) criterios biológicos, b) criterios ecológicos, c) criterios de conservación y c) criterios pesqueros. La información para caracterizar diferentes criterios se obtuvo de Cousseau y Perrota (2013), Popper y Fay (2009) y otros trabajos citados en la Línea de Base correspondiente a Peces y Pesquerías.



a) Criterios biológicos

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

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

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

La clasificación de acuerdo a grado de sensibilidad auditiva varía.



Tabla 1. Clasificación por sensibilidad auditiva

Tipo	Característica	Grupos	Respuesta
Tipo 1	Especies 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, y todos los tiburones, rayas, chimeras y agnathos.	Estos grupos de peces presentan escaso poder auditivo, por lo cual son menos sensibles a las ondas sísmicas del cañón.
Tipo 2	Especies 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	Especies con vejiga natatoria, pero con conexión entre la vejiga y el oído interno	Se caracterizan por la presencia de un aparato de Weber evolucionado y bien desarrollado formado por un complejo esquelético de huesos y huesecillos que están conectados físicamente al complejo laberinto auditivo anterior y a la región de la vejiga natatoria posterior (peces ostareofisios). Estos peces pueden percibir las ondas de presión sonoras detectar sonidos de hasta 3.000 Hz o más, y su sensibilidad auditiva es la más desarrollada.	Son muy sensibles, el aparato de Weber actúa como un amplificador de ondas de sonido con la función que añade la vejiga natatoria como una cámara de resonancia donde amplifica la señal para ser audible.

- Reproducción en el área de proyecto: Se consideró que las especies que se reproducen en el área de proyecto son sensibles debido a que las ondas sísmicas pueden producir interferencia temporal y espacial en el proceso reproductivo y promover que las larvas pierdan la ventana de tiempo en que las condiciones ecológicas son las óptimas para la supervivencia y el crecimiento.
- Periodo reproductivo: Se consideró como especies más sensibles a aquellas cuyo período reproductivo fuera estacional o acotado en la zona del proyecto y por lo tanto con riesgo de superponerse con los trabajos de prospección sísmica, teniendo ello menos impacto en el caso de especies con períodos más prolongados.
- 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 resultan más vulnerables. Para las especies vivíparas se considera como área de cría la zona de los embriones.
- Rango de distribución: Aquellas especies de peces que poseen una distribución amplia (cosmopolitas) serán menos afectadas a nivel de especie, mientras que aquellas que se distribuyan solo en el talud se consideran más sensibles.
- Nicho trófico: Se considera como más sensibles a aquellas especies estenófagas y por lo tanto, con un nicho angosto debido a tener una dieta especializada (piscívoro, planctívoro, etc.) y que no puede ser reemplazada por otras alternativas, en contraposición con especies que son eurífagas.

b) Criterios ecológicos

- Importancia trófica para otras especies: Se considera si la especie posee importancia crítica como un eslabón de la cadena trófica para otras especies.
- Uso del Hábitat: El hábitat que ocupa una especie está en buena medida asociado a su capacidad de evasión o evitación de las ondas sísmicas. 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.

c) Criterio de conservación

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



d) Criterios pesqueros

- Importancia pesquera en el área del proyecto: Las operaciones sísmicas pueden influir en las tasas de captura en las pesquerías al generar conductas de alejamiento. Ello se verifica principalmente cuando la especie es un blanco importante de la pesquería y por lo tanto el área de proyecto se inserta dentro de un área pesquera corriente.

En el área de estudio y sus inmediaciones, la riqueza de peces totaliza unas 69 especies. Puntualmente para el sector de estudio definido para el proyecto CAN 100-108 y 114 se registran un total de 33 especies de peces. Dentro de los peces cartilaginosos más destacados se identificaron 14 especies, la gran mayoría de la cuales corresponden a los Rajiformes, mientras que para los peces óseos el número registrado fue de 19 especies de peces.

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



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

ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios biológicos						Criterios ecológicos		Criterios de conservación	Criterios pesqueros
			Sensibilidad 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 2020)	Importancia en el área
Rajiformes	<i>Bathyrāja macloviana</i>	Raya espinosa*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma/talud	eurifago	no	bentónico	NT	bycatch
	<i>Bathyrāja albomaculata</i>	Raya de manchas blancas*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma/talud	eurifago	no	bentónico	VU	bycatch
	<i>Bathyrāja griseocauda</i>	Raya lisa	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	EN	bycatch
	<i>Bathyrāja scaphiops</i>	Raya picuda*	s/vejiga	si	extenso	si	talud	eurifago	no	bentónico	NT	bycatch
	<i>Bathyrāja brachyurops</i>	Raya cola corta*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	LC	bycatch
	<i>Bathyrāja magellanica</i>	Raya magellanica*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
	<i>Bathyrāja cousseae</i>	Raya de aletas juntas*	s/vejiga	si	extenso	si	talud	eurifago	no	bentónico	NE	bycatch
	<i>Bathyrāja multispinnis</i>	Raya aserrada*	s/vejiga	si	extenso	si	talud	eurifago	no	bentónico	NT	bycatch
	<i>Zearaja chilensis</i>	Raya hocicuda*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	VU	bycatch
	<i>Amblyrāja doellojuradoi</i>	raya erizo*	s/vejiga	si	extenso	si	talud	eurifago	no	bentónico	LC	bycatch
	<i>Psammobatis normani</i>	Raya marrón claro*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
	<i>Psammobatis rudis</i>	Raya hocico blanco*	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso*	s/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	VU	bycatch
Carcharhiniformes	<i>Schorederichthys bivius</i>	Pinta roja*	s/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NT	bycatch
Chimeriformes	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pez gallo*	c/vejiga	no	extenso	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	no
Gadiformes	<i>Coryphaenoides filicauda</i>	Granadero	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico*	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Macrourus holotrachys</i>	Granadero grande	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Macrourus carinatus</i>	Granadero	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Luciogadus nigromaculatus</i>	Granadero manchas negra	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Haplomacrourus nudirostris</i>	Granadero grande	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Muraenolepis marmorata</i>	Morena de aguas frias	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza*	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	marginal
	<i>Macruronus magallanicus</i>	Merluza de cola*	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	marginal
	<i>Antimora rostrata</i>	Antimora azul	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	LC	no
	<i>Lepidion ensiferus</i>	Brotola patagónica	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Guttigadus kongi</i>	Bacalao austral	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	marginal
	<i>Notophycis marginata</i>	Brótola enana*	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Salilota australis</i>	Bacalao criollo*	c/vejiga	no	estacional	no	talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca*	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	marginal
	<i>Seriotelella porosa</i>	Savorin	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	mesopelagico	NE	no
	<i>Urophycis cirrata</i>	Brotola	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	mesopelagico	LC	no
Pleuronectiformes	<i>Mancopsetta maculata</i>	Lenguado de profundidad*	s/vejiga	si	estacional	si	talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Mancopsetta milfordi</i>	Lenguado*	s/vejiga	si	estacional	si	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
Scorpaeniformes	<i>Cottunculus granulosus</i>	Pez piedra*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Psychrolutes marmoratus</i>	Sapo de piel blanda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Praematomiparis anarthractae</i>	Pez babosa	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	eurifago	no	bentónico	NE	no
	<i>Paraliparis cf. anarthractae</i>	Pez babosa	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Paraliparis eltanini</i>	Pez babosa	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Congiopodus peruvianus</i>	Chanchito	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	<i>Sebastes oculatus</i>	Escrofalo	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no

ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios biológicos						Criterios ecológicos		Criterios de conservación	Criterios pesqueros
			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 2020)	Importancia en el área
Anguiliformes	<i>Ariosoma opisthophthalmum</i>	Congrio	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Bassanago albescens</i>	Congrio de profundidad	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Conger orbignianus</i>	Congrio	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	Congrio*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Diastobranchus capensis</i>	Anguila degolladora	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
Nocanthiformes	<i>Aldrovandia phalacra</i>		c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	eurifago	no	bentónico	LC	no
	<i>Notacanthus sexspinis</i>	anguila espinosa	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	eurifago	no	bentónico	NE	no
	<i>Notacanthus chemnitzii</i>	Anguila	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	talud	eurifago	no	bentónico	LC	no
Myctophiformes	<i>Myctophidae sp.</i>	Mictofido	c/vejiga conectada	no	estacional	si	talud	estenofago	no	mesopleagico	NE	no
Perciformes	<i>Ophthalmolycus macrops</i>	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Plesienchelys stehmanni</i>	Viudita	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Phucocoetes cf. latitans</i>	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Illucoetes fimbriatus</i>	Viuda*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Lycenchelys bachmanni</i>	Viuda*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Stromateus brasiliensis</i>	Palometa moteada*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Thyrstites atun</i>	Barracuda*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Dissotichus eleginoides</i>	Merluza negra*	c/vejiga conectada	no	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	marginal
	<i>Patagonotothen ramsayi</i>	Nototenia*	c/vejiga conectada	no	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Epigonus robustus</i>	Nototenia*	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Cottopeca gobio</i>	Torito	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
	<i>Schedophilus griseolineatus</i>		c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
Stomiiformes	<i>Argyrolepecus aculeatus</i>	Hachita	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Stomias boa</i>	Pez dragon	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	<i>Bathophilus vaillanti</i>		c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
Ophidiiformes	<i>Genypterus blacodes</i>	Abadejo*	c/vejiga conectada	no	estacional	no	talud	eurifago	no	batipelagico	NE	si
	<i>Cataetys messieri</i>	Brotola	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	LC	no
Aulopiformes	<i>Scopelosaurus lepidus*</i>		c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	eurifago	no	bentónico	LC	no
	<i>Bathypterois longipes</i>	Pez trípode	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	talud	estenofago	no	bentónico	LC	no

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 auditiva	
	Sin vejiga natatoria	1
	Con vejiga natatoria no conectada	3
	Con vejiga natatoria conectada	5
	Área de reproducción en zona de prospección	
	No	0
	Si	1
	Período reproductivo	
	Fuera del área de proyecto	0
	Extenso en el área de proyecto	1
	Estacional en el área de proyecto	2
	Área de cría en zona de prospección	
	No	0
	Si	1
	Rango de distribución	
	Talud y plataforma	1
	Solo talud	2
	Nicho trófico	
	Amplio, eurífago	0
	Angosto, especializado	1
Criterios Ecológicos	Importancia trófica para otras especies	
	Baja	0
	Alta	1
	Uso de hábitat	
	Epipelágica	1
	Mesopelágicos	2
	Batipelágico	3
	Bentónico	4
Criterios de Conservación	Valor de conservación	
	NE, DD	0
	LC	1
	NT	2
	VU	3
	EN	4
Criterio Pesquero	Interés Pesquero	
	Sin interés	0
	Marginal o por bycatch	1
	Especie blanco en la zona	2



Tabla 4. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad.

ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios biológicos						Criterios ecológicos		Criterios de conservación	Criterios pesqueros	Suma Relativa
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción zona del proyecto	Periodo reproductivo	Área de cría zona del proyecto	Rango de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Estado de conservación (UICN)	Importancia en el área	
Rajiformes	<i>Bathyrāja macloviana</i>	Raya espinosa*	1	1	1	1	1	0	0	4	2	1	0,52
	<i>Bathyrāja albomaculata</i>	Raya de manchas blancas*	1	1	1	1	1	0	0	4	3	1	0,57
	<i>Bathyrāja griseocauda</i>	Raya lisa	1	1	1	1	1	0	0	4	4	1	0,61
	<i>Bathyrāja scaphiops</i>	Raya picuda*	1	1	1	1	2	0	0	4	2	1	0,57
	<i>Bathyrāja brachyurops</i>	Raya cola corta*	1	1	1	1	1	0	0	4	0	1	0,43
	<i>Bathyrāja magellanica</i>	Raya magellanica*	1	1	1	1	1	0	0	4	0	1	0,43
	<i>Bathyrāja cousseae</i>	Raya de aletas juntas*	1	1	1	1	2	0	0	4	0	1	0,48
	<i>Bathyrāja multispinnis</i>	Raya aserrada*	1	1	1	1	2	0	0	4	2	1	0,57
	<i>Zearaja chilensis</i>	Raya hocicuda*	1	1	1	1	1	1	0	4	3	1	0,61
	<i>Amblyrāja doellojuradoi</i>	raya erizo*	1	1	1	1	2	0	0	4	1	1	0,52
	<i>Psammobatis normani</i>	Raya marrón claro*	1	1	1	1	1	0	0	4	0	1	0,43
	<i>Psammobatis rudis</i>	Raya hocico blanco*	1	1	1	1	1	0	0	4	0	1	0,43
Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso*	1	0	0	0	1	0	0	1	3	1	0,30
Carcharhiniformes	<i>Schorederichthys bivijs</i>	pinta roja*	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0,26
Chimeriformes	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pez gallo*	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,22
Gadiformes	<i>Coryphaenoides filicauda</i>	Granadero	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico*	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Macrourus holotrachys</i>	Granadero grande	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Macrourus carinatus</i>	Granadero	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Luciogadus nigromaculatus</i>	Granadero manchas negra	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Haplomacrourus nudirostris</i>	Granadero grande	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Muraenolepis marmorata</i>	Morena de aguas frías	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza*	3	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0,30
	<i>Macruronus magallanicus</i>	Merluza de cola*	3	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0,30
	<i>Antimora rostrata</i>	Antimora azul	3	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0,30
	<i>Lepidion ensiferus</i>	Brotola patagónica	3	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0,30
	<i>Guttigadus kongi</i>	Bacalao austral	3	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0,30
	<i>Notophycis marginata</i>	Brótola enana*	3	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0,30
	<i>Salilota australis</i>	Bacalao criollo*	3	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0,30
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca*	3	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0,30
	<i>Seriotelella porosa</i>	Savorin	3	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0,30
	<i>Urophycis cirrata</i>	Brotola	3	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0,35
Pleuronectiformes	<i>Mancopsetta maculata</i>	Lenguado de profundidad*	1	1	2	1	2	1	0	4	0	0	0,52
	<i>Mancopsetta milfordi</i>	Lenguado*	1	1	2	1	1	1	0	4	0	0	0,48
Scorpaeniformes	<i>Cottunculus granulatus</i>	Pez piedra*	5	1	2	1	1	1	0	4	0	0	0,65
	<i>Psychrolutes marmoratus</i>	Sapo de piel blanda	5	1	2	1	2	1	0	4	0	0	0,70
	<i>Praematoliparis anarthractae</i>	Pez babosa	5	1	2	1	2	0	0	4	0	0	0,65
	<i>Paraliparis cf. anarthractae</i>	Pez babosa	5	1	2	1	2	1	0	4	0	0	0,70
	<i>Paraliparis eltanini</i>	Pez babosa	5	1	2	1	2	1	0	4	0	0	0,70

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

En base a la suma relativa 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).

Los condriictios en general pueden ser considerados como de baja sensibilidad, fundamentalmente por el hecho de carecer de vejiga natatoria, lo que los hace poco sensibles a las ondas sonoras. No obstante, en la zona bajo estudio los rajiformes han sido clasificados como moderadamente sensibles debido a que la zona de prospección sísmica incluye su área de reproducción, siendo el periodo reproductivo de estas especies, no obstante, extenso. Se destacan dos especies vulnerables: la raya hocicuda y la raya manchas blancas y una en peligro crítico: la raya lisa. Para el caso de los Squaliformes, Carcharhiniformes y Chimeriformes presentes en el área se considera una sensibilidad baja por no tener su área reproductiva dentro de la zona del proyecto.

Dentro de los peces óseos, los Gadiformes, si bien presentan una mayor sensibilidad a los ruidos, pueden ser considerados en líneas generales como de baja sensibilidad, habida cuenta que no se observan en la zona de estudios sitios de reproducción puntuales, no son especies bentónicas ni se encuentran con alguna categoría de conservación.

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

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

Un aspecto no menos importante es que casi todas las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma, por lo que el efecto a nivel poblacional puede ser considerado bajo.

La zona posee importancia pesquera marginal para la mayoría de las especies de reconocida importancia como es la merluza y la merluza de cola, siendo considerada relevante solo para el abadejo.

Tabla 5. Resumen de la sensibilidad esperada a nivel los órdenes evaluados

Sensibilidad Media	Sensibilidad Baja
Pleuronectiformes	Gadiformes
Ophidiformes	Squaliformes
Myctophiformes	Chimeriformes
Perciformes	Charchariniformes
Clupeiformes	
Rajiformes	
Scorpaeniformes	



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 estudio, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca.

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

Puntualmente para el área operativa del proyecto se observa una relación marginal con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual, como se mencionó anteriormente se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área operativa. Al respecto el área de estudio soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual.

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

En relación a las principales especies de interés pesquero en las inmediaciones, se destaca la merluza, la merluza de cola, el abadejo, el bacalao austral, la merluza negra, la polaca y el calamar.

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; Allaga et al 2019). Esta especie representa el principal recurso del Mar Argentino y su pesquería alcanza solo marginalmente al sector del proyecto. La mayor interferencia con la captura de esta especie, en todo caso, podría darse en los meses de marzo a junio

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

Para la merluza de cola el impacto sería despreciable pues el área de pesca de esta especie es marginal al área de proyecto. El bacalao austral, tampoco es una especie importante en el área directa del proyecto. Esta se explota como especie acompañante de la merluza de cola y el abadejo en la plataforma continental argentina.

La merluza negra, es una especie con alto valor comercial, pero que no presenta importantes valores de captura en la zona de del proyecto, si bien el área de captura del sector norte se extiende más allá de los 1000 m de profundidad siendo así coincidentes con las profundidades del área de proyecto.

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

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

La Tabla 6 resume las características temporales de las pesquerías adyacentes a la zona del proyecto.

Tabla 6. Distribución temporal de la actividad pesquera de las principales especies.

Especies	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cazón												
Pez gallo												
Merluza												
Abadejo												
Merluza negra												
Polaca												
Calamar												

En este sentido, la sensibilidad de la actividad de los buques pesqueros se considera de baja intensidad ya que como se mencionó previamente utilizan una zona marginal al área de estudio. En la zona del frente del talud, la actividad se vuelve muy importante, sobre todo durante los periodos de otoño e invierno. Sin embargo ésta se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área de operación.

Para el área de influencia indirecta del proyecto se registran larvas de calamar, no teniendo el área de influencia directa importancia como área de cría para especies comerciales. Tampoco se reconoce que las especies de interés pesquero posean su área de puesta en la zona del proyecto. En todo caso, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, y para evitar potenciales interferencias deberían focalizarse en verano.

2.3.4 Tortugas Marinas

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

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



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

Experimentos controlados de exposición de tortugas marinas a ruidos encontraron que los animales aumentan su velocidad de natación y tienen comportamientos erráticos indicativos de comportamientos de evasión, pero también pudieron ser como resultado del efecto del ambiente de experimentación (Mc Cauley et al 2000). 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 (Mc Cauley et al 2000).

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

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

Tabla 7. Rango auditivo para tortugas marinas.

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

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

Todas las especies de tortugas marinas están incluidas en la lista roja de la UICN, en apéndices de la CMS y de CITES. En Uruguay las tortugas marinas se encuentran protegidas por el decreto 144/98 que prohíbe cualquier uso y comercialización. En Argentina la Ley Nacional 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 desde la primavera hasta el otoño, con áreas de elevada fidelidad por parte de los individuos marcados. En el caso de la Tortuga verde en la latitud del proyecto sería más frecuente su presencia en los meses del periodo estival. Mientras que la tortuga laúd en el área del proyecto es un sector que presenta entre julio y diciembre, densidades medias a altas de posiciones de los ejemplares marcados.

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

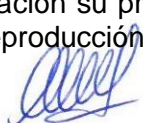


Tabla 8. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de tortugas presentes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En base a la suma relativa 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).



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

Tabla 10. Valoración de Criterios

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

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

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

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

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

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

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

En conclusión, de acuerdo con la bibliografía relevada el área del proyecto no es una zona de reproducción para las tortugas marinas de presencia probable en el área. Dado que el estuario del Río de la Plata es un área de alimentación de importancia para la mayoría de las especies de tortugas marinas de la región entre los meses de primavera a otoño, el sector de estudio tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. Los meses cálidos son los que registran mayor cantidad de avistajes, por tanto, para las tortugas el periodo de mayor sensibilidad sería la primavera y el verano, siendo valorada como alta - moderada la sensibilidad (dependiendo de la especie). Para el resto del año este grupo presentaría una baja sensibilidad.



2.3.5 Aves Marinas

Las aves marinas son especies anfibias, 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, Popper y Hawking 2014). Las aves marinas son altamente vocalizadoras en el ambiente terrestre donde la comunicación acústica desempeña un papel fundamental. Los estudios de audición en aves marinas señalan que el sonido brinda información para el reconocimiento individual. El sonido también es usado para localizar fuentes de alimento y brinda claves sobre la presencia de predadores (Aubin 2004). Hay numerosos audiogramas para aves terrestres realizados por métodos electrofisiológicos y psico-acústicos ya que su sistema auditivo funciona en aire. Las aves en promedio escuchan mejor entre los 2-5 kHz, con pérdidas de sensibilidad de debajo de 1kHz de 20 dB/octava y también a frecuencias por encima de 4kHz de 60 dB/octava (Dooling 2000). Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénico que los mamíferos.

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

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

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

Muchas aves marinas tienen capacidades para bucear, pero la mayoría sólo realiza inmersiones cortas y superficiales (del Hoyo et al. 2017). Los pingüinos, alcas, cormoranes y petreles buceadores son considerados especialistas que alternan largos periodos alimentándose bajo el agua con tiempo en superficie descansando o manipulando las presas (Martin 2017). Las dificultades del acceso al hábitat característico de las aves marinas y el hecho de que la mayoría se encuentra con algún grado de protección han determinado que los estudios auditivos en estas especies, en particular los vinculados con la audición subacuática, sean muy escasos y recientes (Mooney et al 2019). Martin y Crawford (2015) clasificaron a las aves buceadoras en función del tipo de presas que consumen. Considerando esta base en relación a las profundidades de buceo y adaptado a la información disponible sobre audición, se pueden agrupar las especies de aves presentes (Tabla 12).



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

Código	Grupo	Rangos de audición generalizados en agua	Profundidades de inmersión normales y máximas	Taxones presentes miembros del grupo
B1	Buceadores de profundidad	30 Hz – 15 kHz	20 - 50 m máxima > 110m	Familia Spheniscidae (todos los pingüinos)
B2	Buceadores superficiales	----	5 - 20 m	Orden Procellariiformes: Familia Procellariidae: petreles buceadores (petrel barba blanca, petrel ceniciento), todas las pardelas. Familia Pelecanoididae (yuncos).
NB	No buceadores	----	0-1 m	Orden Procellariiformes: Familia Diomedidae (todos los albatros), Familia Procellariidae (petreles gigantes, priones, paños, otros petreles no incluidos en B2). Orden Charadriiformes: Familias Stercorariidae (escúas y salteadores), Laridae (gaviotines y gaviotas)

A continuación se analiza la sensibilidad de las especies de aves presentes en el área del proyecto, teniendo en cuenta para la valoración su presencia en la zona de estudio, el estado de conservación, la estrategia de alimentación, la potencial afectación por colisiones y la presencia de colonias.



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

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	CAT-AR 2015 ¹	UICN-2020 ²	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
Spheniciformes	Spheniscidae	Pingüino rey	<i>Aptenodytes patagonicus</i>	Frecuente	NA	LC	B1	No	alejadas
		Pingüino emperador	<i>Aptenodytes forsteri</i>	Sin presencia confirmada	VU	NT	B1	No	alejadas
		Pingüino de barbijo	<i>Pygoscelis antarcticus</i>	Sin presencia confirmada	VU	LC	B1	No	alejadas
		Pingüino patagónico	<i>Spheniscus magellanicus</i>	Frecuente y Abundante	VU	NT	B1	No	alejadas
		Pingüino macaroni	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Frecuente	AM	VU	B1	No	alejadas
		Pingüino penacho amarillo	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Frecuente	EN	VU	B1	No	alejadas
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros real del sur	<i>Diomedea epomophora</i>	Frecuente	VU	VU	NB	Si	alejadas
		Albatros real del norte	<i>Diomedea sanfordi</i>	Frecuente	VU	EN	NB	Si	alejadas
		Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>	Frecuente y Abundante	AM	VU	NB	Si	alejadas
		Albatros de Tristán	<i>Diomedea dabbenena</i>	Frecuente	NA(oc)	CR	NB	Si	alejadas
		Albatros oscuro	<i>Phoebastria fusca</i>	Frecuente y Abundante	NA(oc)	EN	NB	Si	alejadas
		Albatros manto claro	<i>Phoebastria palpebrata</i>	Frecuente	NA	NT	NB	Si	alejadas
		Albatros pico fino del Atlántico	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Frecuente y Abundante	EN	EN	NB	Si	alejadas
		Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Frecuente y Abundante	VU	LC	NB	Si	alejadas
		Albatros cabeza gris	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Frecuente	EC	EN	NB	Si	alejadas
		Albatros corona blanca	<i>Thalassarche cauta</i>	Frecuente	NA	NT	NB	Si	alejadas
		Albatros corona blanca	<i>Thalassarche steadi</i>	Frecuente	NA(oc)	NT	NB	Si	alejadas
	Procelariidae	Petrel gigante del norte	<i>Macronectes giganteus</i>	Frecuente y Abundante	VU	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel gigante del sur	<i>Macronectes halli</i>	Frecuente y Abundante	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialis</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel damero	<i>Daption capense</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel collar gris	<i>Pterodroma mollis</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel cabeza parda	<i>Pterodroma incerta</i>	Frecuente y Abundante	NA	EN	NB	Si	alejadas
		Petrel cabeza blanca	<i>Pterodroma lessonii</i>	Frecuente	NA(oc)	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel de Trinidad	<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Frecuente	NA(oc)	VU	NB	Si	alejadas
		Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Prión pico grande	<i>Pachyptila desolata</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Prión pico fino	<i>Pachyptila belcheri</i>	Frecuente	VU	LC	NB	Si	alejadas
		Petrel ceniciento	<i>Procellaria cinerea</i>	Frecuente	NA(oc)	NT	B2	Si	alejadas
		Petrel barba blanca	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Frecuente y Abundante	AM	VU	B2	Si	alejadas
		Pardela cenicienta canaria	<i>Calonectris borealis</i>	Frecuente	NA	LC	B2	Si	alejadas
		Pardela grande	<i>Calonectris diomedea</i>	Frecuente	NA	LC	B2	Si	alejadas
		Pardela oscura	<i>Ardenna grisea</i>	Frecuente y Abundante	NA	NT	B2	Si	alejadas
		Pardela cabeza negra	<i>Ardenna gravis</i>	Frecuente y Abundante	NA	LC	B2	Si	alejadas
		Pardela boreal	<i>Puffinus puffinus</i>	Frecuente	NA	LC	B2	Si	alejadas
		Pardela chica	<i>Puffinus assimilis</i>	Frecuente	IC	LC	B2	Si	alejadas
	Hydrobatidae	Paíño vientre blanco	<i>Fregetta grallaria</i>	Frecuente	NA(oc)	LC	NB	No	alejadas

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	CAT-AR 2015 ¹	UICN-2020 ²	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
		Paiño vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>	Frecuente	NA	LC	NB	No	alejadas
		Paíño común	<i>Oceanites oceanicus</i>	Frecuente y Abundante	NA	LC	NB	No	alejadas
		Paíño cara blanca	<i>Pelagodroma marina</i>	Frecuente	NA(oc)	LC	NB	No	alejadas
Pelecaniformes	Pelecanoididae	Yunco común	<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Sin presencia confirmada	NA	LC	B2	No	alejadas
Charadriiformes	Stercorariidae	Escúa común	<i>Stercorarius chilensis</i>	Frecuente	EN	LC	NB	Si	alejadas
		Escúa parda	<i>Catharacta antárctica (=Stercorarius antarcticus)</i>	Frecuente	VU	LC	NB	Si	alejadas
		Escúa Polar	<i>Catharacta maccormicki</i>	Frecuente	AM	LC	NB	Si	alejadas
		Salteador grande	<i>Catharacta pomarinus</i>	Frecuente	NA(oc)	LC	NB	Si	alejadas
		Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Salteador coludo	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
	Laridae	Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas
		Gaviotín antártico	<i>Sterna vittata</i>	Frecuente	NA	LC	NB	Si	alejadas

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

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



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

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

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

En base a la suma relativa 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).



Tabla 15. Valoración de Criterios

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

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



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

Buceadores de profundidad (B1). 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. Pichigreu et al (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus*), antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D observando que los pingüinos mostraron comportamiento de evasión fuerte de sus áreas de alimentación habituales durante la actividad sísmica, alimentándose significativamente más lejos del buque sísmico mientras este estaba en operación.

La sensibilidad en la zona de estudio para las 6 especies de pingüinos de presencia potencial en el área quedó clasificada como moderada. De las especies identificadas el más probable en la zona es el pingüino patagónico. Salvo el pingüino rey, todas las especies están con alguna categoría de amenaza y cuentan con protección legal. Pueden estar presentes en el área de estudio 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 (B2). 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.

Los petreles buceadores que son aves de pequeño tamaño, especializados en preñar 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).

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 engancho.

El grupo B2 está representado principalmente por el petrel barba blanca, la pardela oscura y por la pardela cabeza negra, que son de las especies con mayor abundancia en la zona. Bucean zambulléndose a poca profundidad para capturar su alimento entre cardúmenes, típicamente de atunes y calamares para la zona. Resulta importante remarcar la situación del petrel barba blanca, el que además de ser abundante se encuentra con un elevado grado de amenaza. Por esta razón su sensibilidad ante el proyecto se considera como alta durante los meses más cálidos (Tabla 16). Esta especie es considerada como Amenazada a nivel local pero Vulnerable a nivel regional.



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

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

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

Si bien no se cuenta con información auditiva para los grupos B2 y NB, distintos trabajos realizados por observadores a bordo durante prospecciones sísmicas mar afuera pueden dar cuenta de cambios en el comportamiento durante la etapa de insonorización.

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

La siguiente Tabla resume la información sobre presencia temporal de cada especie en el área de estudio. 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 estudio de este proyecto. Tampoco se han realizado separaciones entre individuos reproductivos y no reproductivos, ni entre sexos, que pueden presentar patrones muy diferenciales.



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

Nombre común	Nombre científico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pingüino rey	<i>Aptenodytes patagonicus</i>												
Pingüino patagónico	<i>Spheniscus magellanicus</i>												
Pingüino macaroni	<i>Eudyptes chrysolophus</i>												
Pingüino penacho amarillo	<i>Eudyptes chrysocome</i>												
Albatros real del sur	<i>Diomedea epomophora</i>												
Albatros real del norte	<i>Diomedea sanfordi</i>												
Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>												
Albatros de Tristán	<i>Diomedea dabbenena</i>												
Albatros oscuro	<i>Phoebastria fusca</i>												
Albatros manto claro	<i>Phoebastria palpebrata</i>												
Albatros pico fino del Atlántico	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>												
Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophris</i>												
Albatros cabeza gris	<i>Thalassarche chrysostoma</i>												
Albatros corona blanca	<i>Thalassarche cauta</i>												
Albatros corona blanca	<i>Thalassarche steadi</i>												
Petrel gigante del norte	<i>Macronectes giganteus</i>												
Petrel gigante del sur	<i>Macronectes halli</i>												
Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialis</i>												
Petrel damero	<i>Daption capense</i>												
Petrel collar gris	<i>Pterodroma mollis</i>												
Petrel cabeza parda	<i>Pterodroma incerta</i>												
Petrel de Trinidad	<i>Pterodroma arminjoniana</i>												
Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>												
Prión pico grande	<i>Pachyptila desolata</i>												
Prión pico fino	<i>Pachyptila belcheri</i>												
Petrel ceniciento	<i>Procellaria cinerea</i>												
Petrel barba blanca	<i>Procellaria aequinoctialis</i>												
Pardela cenicienta canaria	<i>Calonectris borealis</i>												
Pardela grande	<i>Calonectris diomedea</i>												
Pardela oscura	<i>Ardenna grisea</i>												
Pardela cabeza negra	<i>Ardenna gravis</i>												
Pardela boreal	<i>Puffinus puffinus</i>												
Pardela chica	<i>Puffinus assimilis</i>												
Paíño vientre blanco	<i>Fregetta grallaria</i>												
Paíño vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>												
Paíño común	<i>Oceanites oceanicus</i>												
Paíño cara blanca	<i>Pelagodroma marina</i>												
Yunco común	<i>Pelecanoides urinatrix</i>												
Escúa común	<i>Catharacta chilensis</i>												
Escúa parda	<i>Catharacta antarctica</i>												



Nombre común	Nombre científico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Escúa polar	<i>Catharacta maccormicki</i>												
Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>												
Salteador coludo	<i>Stercorarius longicaudus</i>												
Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>												
Gaviotín antártico	<i>Sterna vittata</i>												

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

Si bien Favero et al (2005), identifican que la riqueza específica de aves pelágicas en el Mar Argentino presenta picos de abundancia observados generalmente entre mayo y octubre, los datos de individuos marcados juveniles y adultos no reproductivos muestran que pueden estar también presente en otras épocas. En el caso de los pingüinos, las especies identificadas pueden estar presentes en el área de estudio 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 41 especies potencialmente presentes para el área de estudio, con ocurrencias confirmadas para sólo 14 de ellas. Para los Pinnípedos (Carnivora) se han registrado cuatro especies: el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*), el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) y el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*). En cuanto a los Cetáceos (Cetartiodactyla), hay ocurrencias registradas para 4 especies de ballenas – la ballena franca, la ballena azul, la ballena sei y la ballena fin, 4 especies de delfines – el calderón o delfín piloto (*Globicephala melas*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) y la orca (*Orcinus orca*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

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



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

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

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



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

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

A continuación se analiza la sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el área del proyecto, teniendo en cuenta para la valoración su presencia en la zona de estudio, el valor de conservación, la superposición auditiva con el rango principal de frecuencia de proyectos sísmicos y la reproducción en la zona del proyecto.



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

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

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

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

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

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

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

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

En base a la suma relativa 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).



Tabla 20. Valoración de Criterios.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

En relación a los pinnípedos:

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

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



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

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

La siguiente Tabla resume la información sobre presencia temporal de cada especie en el área de prospección. 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 del proyecto, se analizaron trabajos informando sobre registros de mamíferos marinos en la zona del talud y de la confluencia Brasil-Malvinas, mayormente en aguas jurisdiccionales de Uruguay e internacionales.

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

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



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

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

2.3.7 Áreas Protegidas

La Argentina cuenta con 61 áreas protegidas costero marinas (APCM), entre las que se encuentran parques nacionales, reservas provinciales y municipales, reservas de biósfera (MaB) y sitios Ramsar. Los instrumentos jurídicos de creación de dichas áreas son también diversos: ordenanzas municipales, disposiciones, resoluciones, decretos y leyes provinciales, leyes nacionales y, en el caso de Tierra del Fuego, la Constitución provincial. Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).

En relación al proyecto analizado, dado que el área de operación del mismo se encuentra a más de 300 km de la zona costera, la interacción con estas áreas protegidas es despreciable.

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

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

No obstante esto, según el Convenio de Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU a los que la Argentina se adhirió, se debe proteger al menos el 10% de su superficie marina para el año 2020. En este marco ya han sido definidas las futuras áreas marinas a proteger, siendo las más cercanas al proyecto el Frente del Talud (FT) localizado a 17 km del área definida como de Influencia Directa y el Frente de Plataforma Media (FPM), ubicado a una distancia de 114 km del AID.

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 APCM y ZPE, las AICAS se corresponden con zonas terrestres o costeras, alejadas de la zona del proyecto.



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

Muchas de las AICAS candidatas son cercanas a la costa, por lo que tampoco presentan riesgo de ser afectadas por el proyecto. No obstante, como parte del trabajo se han definido varias AICAS pelágicas destacándose por su cercanía al área de estudio la denominada “Aguas del Talud Patagonia Norte”. Esta es un área en el talud continental frente a El Rincón, atravesada por las isobatas de 100, 200 y 1.000 m. Está caracterizada por la presencia y uso del espacio de dos grandes albatros, el errante y el real del norte, especies muy longevas y que comienzan a reproducirse entre los 11 y 12 años. Los viajes de alimentación son extensos y pueden llegar a recorrer más de 7.000 km en dos semanas. Ambas especies siguen barcos con el objetivo de consumir sus descartes, aumentando así la amenaza de una interacción negativa.

En este sentido, se destaca que el área del proyecto 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 (2004) se realizó la identificación de Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP), en el Río de la Plata y su Frente Marítimo. El Frente del Talud Sur resulta la zona núcleo de máxima prioridad más cercana, la cual, no obstante, se localiza a 250 km del área de prospección sísmica, por lo que no se registrarán efectos sobre la misma.

En resumen, la zona de operación y de influencia directa no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta. No obstante se encuentra cercana a la futura área marina protegida Frente del Talud (FT) localizada a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área definida como de influencia directa. Por otro lado, la zona de estudio se encuentra muy próxima al AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte.

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

2.3.8 Navegación

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



Como fuera mencionado en el Punto 2.3.3 en las inmediaciones del área de influencia del proyecto hay actividad pesquera, estando presentes principalmente la flota fresquera de altura y buques congeladores arrastreros. Debido a las distancias del área de exploración a la costa, los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no tendrán interferencia con las operaciones de prospección. Puntualmente para el área operativa del proyecto se observa una relación marginal con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual se encuentra a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área operativa. Al respecto el área de estudio soporta un muy bajo esfuerzo de pesca.

Por otro lado, la navegación de cabotaje uruguayo o desde ese país hacia Buenos Aires, 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.

Por esta razón no se considera un factor con sensibilidad en relación al proyecto.

2.3.9 Infraestructura

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

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

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

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 el caso de la Cuenca Argentina Norte, donde se encuentran las Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 en estudio, se tratará de operaciones en aguas ultra profundas.

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



2.4 CONCLUSIONES

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el área de estudio definida para el presente trabajo en el Capítulo 5 (ver ítem - Definición de Áreas de Influencia). Dicha zona ha sido establecida como el sector donde se registrarán pulsos sonoros en los períodos relacionados a la captura de datos sísmicos (180 días), así como la circulación de las embarcaciones encargadas de esta registración.

Al respecto, se han analizado las especies y actividades registradas dentro de este polígono. Del análisis no se han identificado para esta área sectores que difieran de otros en cuanto a su sensibilidad espacial para las diferentes temporadas analizadas. Por esta razón es que un mapeo resulta poco representativo de la sensibilidad del área de estudio.

No obstante esto, resulta si sumamente valioso el análisis de la sensibilidad de las especies presentes en esta área, información que fue tomada como insumo para la evaluación de impactos que se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente capítulo.

Resulta importante destacar la existencia de áreas localizadas por fuera de la zona de estudio que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles o críticas, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada.

Entre estas se destacan las áreas protegidas costeras, las cuales, no obstante, se encuentran a más de 300 km del área de operación e influencia directa del proyecto. Dada la naturaleza del proyecto, deben ser consideradas especialmente las áreas marinas protegidas (AMP). En la actualidad Argentina cuenta con 3 áreas enteramente marinas protegidas (AMPs): Yaganes y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, todas localizadas en el Atlántico Sur a más de 1000 kilómetros de la zona de estudio.

En vista de esta situación, cobran especial importancia las áreas marinas propuestas. Como fuera mencionado, ninguna de las futuras áreas marinas protegidas propuestas en Argentina, quedan comprendidas dentro del área operativa y de influencia directa del proyecto. Las más cercanas son dos: el Frente del Talud (FT) localizado a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área definida como de Influencia Directa, y el Frente de Plataforma Media (FPM), ubicado a una distancia de 114 km del AID. El RCP Profundo y El Rincón se encuentran a mayores distancias.

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 que bordea al talud se extiende por más de 2.000 km. Sostiene una compleja trama trófica, incluye áreas de desove de especies de importancia comercial y es área de alimentación y paso migratorio de predadores tope.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular. 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). Ninguna de las AICAS actualmente definidas quedan comprendidas en el área de estudio.



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

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

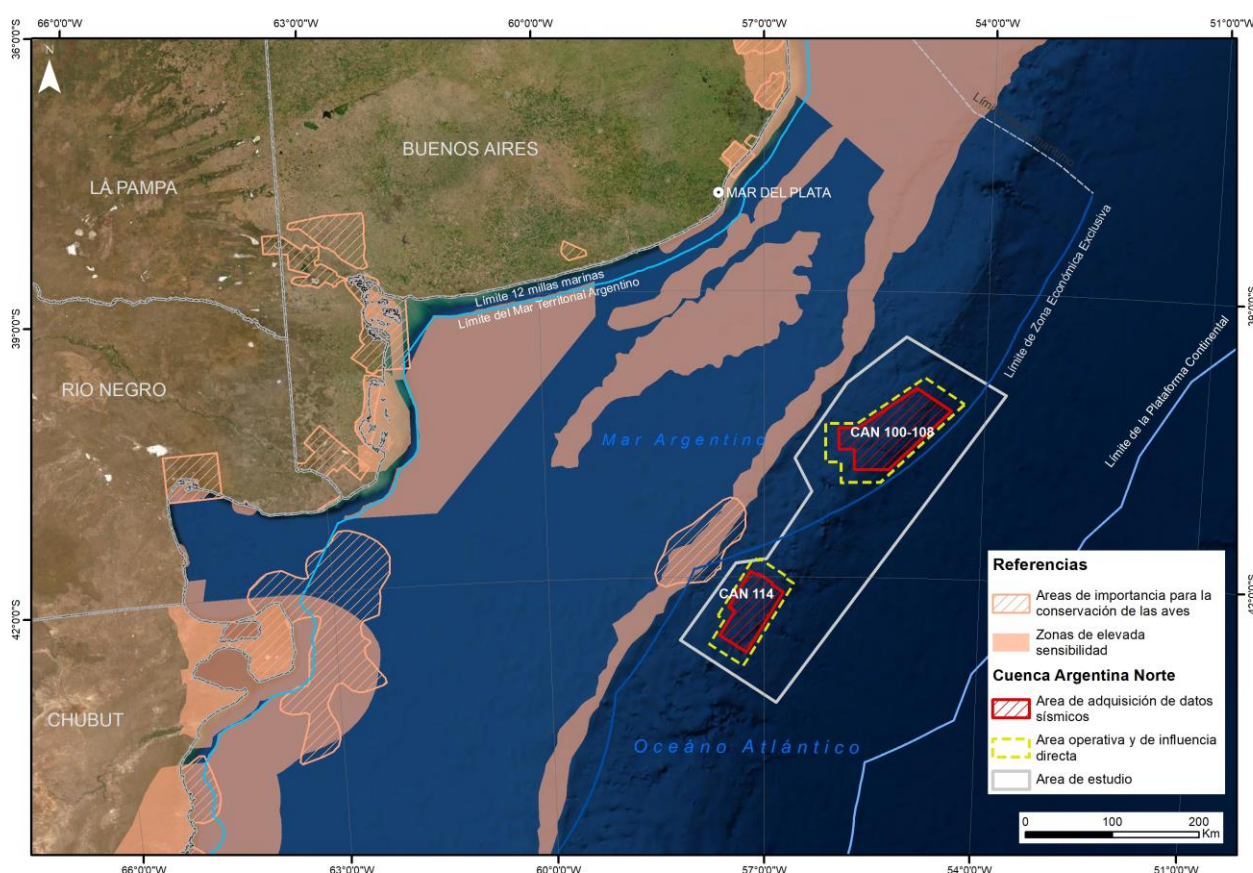


Figura 1. Mapa de zonas sensibles.

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



En cuanto a los cefalópodos, las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían por fuera de la zona del proyecto en primavera y verano, pero durante el otoño e invierno la zona del proyecto sería parcialmente coincidente con las concentraciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica que se agrupan en alta densidad en el borde de la plataforma. Un impacto adicional se daría por coincidencia con la deriva de huevos y larvas a partir del invierno y hasta primavera proveniente desde la zona sur por acción de la corriente de Malvinas. Por tal motivo, se considera una sensibilidad media durante los meses de otoño e invierno y baja el resto del año, considerando que la especie posee una amplia distribución y alta densidad en las zonas de plataforma localizadas al sur de los 44° S.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como media o baja, dependiendo del grupo analizado. Resulta importante mencionar para muchas de las especies no se cuenta con información sobre área de reproducción o cría por lo que se les asignó la máxima valoración, pudiendo estar sobrevalorando la sensibilidad. Se debe remarcar que ninguna de las especies de interés comercial se reproduce o cría en la zona del proyecto. Teniendo en cuenta esta situación y que en líneas generales las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución (algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma) es que se considera que el efecto a nivel poblacional será bajo.

Se considera además que la actividad sísmica tendrá una baja interferencia sobre las pesquerías más relevantes. La zona de proyecto, en ese sentido, puede considerarse en líneas generales marginal. 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 17 km del área susceptible de afectación por parte del proyecto. Para el área de influencia indirecta del proyecto se registran larvas de calamar, no teniendo el área de influencia directa importancia como área de cría para especies comerciales. Como fuera dicho, tampoco se reconoce que las especies de interés pesquero posean su área de puesta en la zona del proyecto. En todo caso, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, y para evitar potenciales interferencias deberían focalizarse en verano.

En relación a las tortugas marinas, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área del proyecto no es una zona de reproducción. La zona no se caracteriza por la presencia especialmente frecuente de tortugas marinas, pero los estudios de telemetría han confirmado la ocurrencia ocasional de individuos y en función de la bibliografía se asumen que puede haber juveniles y subadultos. Los meses cálidos son los que registran mayor cantidad de avistajes, por tanto, para las tortugas el periodo de mayor sensibilidad sería la primavera y el verano, siendo valorada como moderada la sensibilidad para las tortugas en general, y elevada en particular para la tortuga cabezona la cual en los últimos años ha sido presentado abundante registro en la zona de estudio. Para el resto del año este grupo presentaría una baja sensibilidad.

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



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

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

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

Desde el punto de vista antrópico, el área presenta una sensibilidad en general baja.

3 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO

Los impactos por analizar corresponden a aquellos relacionados con los aspectos de mayor significación del proyecto en estudio y su potencial incidencia sobre los factores ambientales identificados como de mayor sensibilidad.

En este sentido, los aspectos ambientales a ser considerados en la evaluación se relacionan con las actividades permanentes ordinarias realizadas en los buques, la acción de generación de pulsos sonoros (emisiones de aire comprimido), el movimiento de los buques y la gestión de sustancias especiales, residuos y combustibles en las embarcaciones.

A continuación, se presentan las actividades o acciones del proyecto susceptibles de generar efectos sobre los factores ambientales del área de influencia.

- **Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo:** involucra todas las tareas asociadas al funcionamiento de los barcos y su mantenimiento.
- **Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo:** abarca la navegación de los barcos en la zona de operaciones y desde hacia el puerto de apoyo en Mar del Plata.



- **Ejecución de las tareas de prospección sísmica:** refiere a la registración sísmica en la zona de adquisición de datos sísmicos considerando la totalidad de las áreas CAN 100-108 y CAN 114. Cabe aclarar que dada la distancia que media entre las áreas de adquisición sísmica (más de 160 km) y debido a que la operación sísmica se realizará con un único buque sísmico, no existirá superposición de efectos entre una y otra zona de adquisición dentro del proyecto.
- **Contingencias:** el desarrollo del proyecto puede presentar contingencias asociadas a incendios, derrames, colisiones, etc.
- **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.

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales considerados por su potencial interacción con las acciones planificadas son: la fauna marina (mamíferos marinos, tortugas, peces, aves, etc.), las actividades de pesquería realizadas en la zona (evaluando las afectaciones producidas sobre las especies de interés pesquero, así como también sobre el desplazamiento de las flotas pesqueras), las áreas protegidas y el funcionamiento de las infraestructuras cercanas.

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

Medio Natural: conjunto de elementos, patrones y procesos que determinan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y las funciones o servicios ambientales que ellos proveen a la humanidad a una escala local, regional o global.

○ **Medio Físico**

- **Agua:** aspectos relativos a la calidad del agua, incluyendo las características físicas, químicas y biológicas que definen su aptitud de uso, o como hábitat de la biota acuática.
- **Aire:** aspectos relativos a la calidad del aire y a la composición de los gases atmosféricos.

○ **Medio Biótico**

- **Fauna:** incluye la fauna acuática principalmente y los ecosistemas de los que forman parte, incluyendo su estructura y dinámica, los ciclos biológicos, la biodiversidad, productividad, estabilidad, etc. Se ha dividido este ítem en las siguientes categorías para realizar un análisis pormenorizado de las afectaciones a cada grupo faunístico: **mamíferos marinos, reptiles (tortugas) peces (y cefalópodos), aves, bentos y plancton.**
- **Áreas sensibles y protegidas:** zonas protegidas o de preservación de la biodiversidad que representan reductos de especial sensibilidad en cuanto corresponden a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico.



Medio Antrópico: conjunto de elementos, patrones y procesos esencialmente antrópicos, determinados por las actividades humanas en el territorio, incluyendo la infraestructura, y las actividades económicas.

- **Actividad pesquera:** referido a las actividades de pesquerías comerciales en el área de influencia de la prospección sísmica.
- **Tránsito marítimo:** referido a la circulación de embarcaciones en el área de influencia de la prospección sísmica.
- **Infraestructura:** referido a la existencia, disponibilidad, estado y funcionalidad del conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones existentes en el entorno del área de proyecto.
- **Actividades económicas:** referido a la actividad económica primaria, secundaria o terciaria de importancia local, especialmente los patrones productivos, industriales, comerciales y de servicios.

5 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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



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

5.1.1 **Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición**

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

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



Existen diferentes métricas para expresar el nivel de una onda 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 acústica (Sound Exposure Level, SEL)². El primero es la presión instantánea y el segundo una medida de la energía sonora recibida. A su vez, el nivel de presión sonora puede definirse como un valor máximo, de pico a pico, de cero a pico o RMS (Root Mean Square) 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 medidas, 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.

² El nivel de exposición acústica (SEL) es una medida de energía. Específicamente, es el nivel de dB de la integral de tiempo del cuadrado de la presión acústica instantánea normalizada a un período de 1 segundo. Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada, ya que permite que los sonidos de diferente duración, a veces con múltiples exposiciones, sean comparados en términos de energía total. Existen varios métodos para sumar la energía en exposiciones múltiples para generar un valor de "exposición equivalente" único. Este procedimiento de suma genera esencialmente un valor "equivalente" de exposición único que no supone recuperación de audición entre exposiciones repetidas.

Tanto el SEL como el SPL rms se calculan a través de la integral de la presión al cuadrado, por lo que están relacionados por una expresión simple que depende solamente de la duración T del pulso de energía (en segundos):

$$\text{SPL RMS} = \text{SEL} - 10\log_{10}(T)$$

$$\text{SPL RMS} = \text{SEL} - 10\log_{10}(T_{90}) - 0,458$$

Donde el factor 0,458 tiene en cuenta la ventana de tiempo T90 que contiene el 90% de la energía del pulso.

El SEL se expresa como dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ y su valor numérico es típicamente de 20 a 25 dB inferior a la presión cero-a-pico y de 10 a 15 dB inferior a la presión RMS para señales de una duración T entre 30-100 ms (= tiempo de integración). Para señales que duran 1 s, los valores SEL y RMS concuerdan (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2012).

En el presente caso, dada una duración del pulso inferior a los 30 ms, correspondería considerar que la diferencia entre RMS y SEL es del orden de 15 dB.



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

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

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

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

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

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

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

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



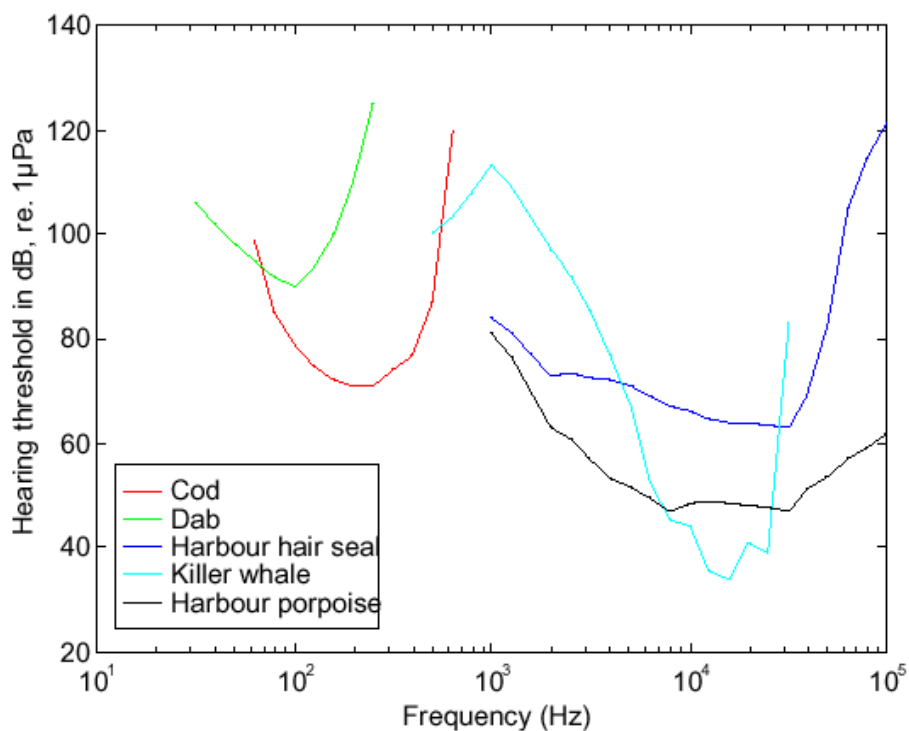


Figura 2. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos.

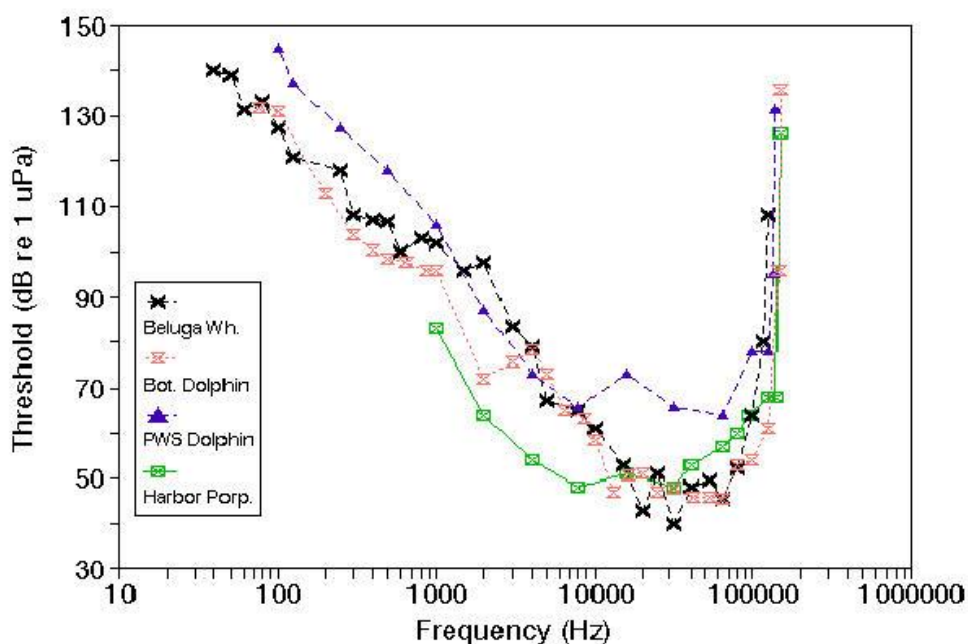


Figure 20. Underwater audiograms of selected toothed whale species showing the minimum detectable sound pressure level for tonal sounds at various frequencies. Adapted from Richardson et al. (1995) based on beluga data (averaged) of White et al. (1978), Aubrey et al. (1988), and Johnson et al. (1989);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

Figura 3. Audiograma típico para ballenas.

Cristina Goyenechea

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

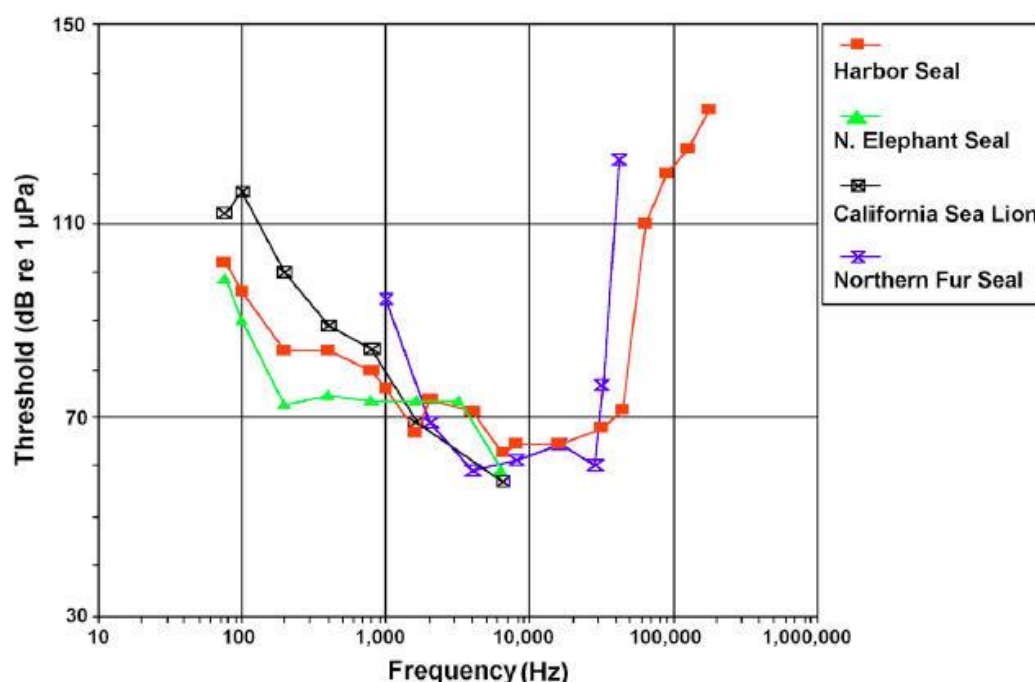


Figure 21. Underwater audiograms of selected pinniped species. Adapted from Richardson et al. (1995), based on the Northern elephant seal and California sea lion (7 year-old) data of Kastak and Schusterman (1998); averaged harbour seal data of Møhl (1968), Kastak and Schusterman (1995, 1998), and Terhune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

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

Puede apreciarse que los rangos de audición en frecuencia para los mamíferos marinos están en general desfasados con el rango correspondiente a los pulsos sísmicos que se produce típicamente en las frecuencias bajas, principalmente por debajo de 200-250 Hz, con su energía máxima entre 10-120 Hz y con un pico máximo de energía alrededor de los 50 Hz (Richardson et al., 1995). Para el presente proyecto, el máximo de emisiones se produce entre aproximadamente 5 Hz y 80 Hz de frecuencia, mientras que para 90 Hz y a partir de los 130 Hz, se tienen al menos 6 dB por debajo del valor máximo.

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

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

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

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



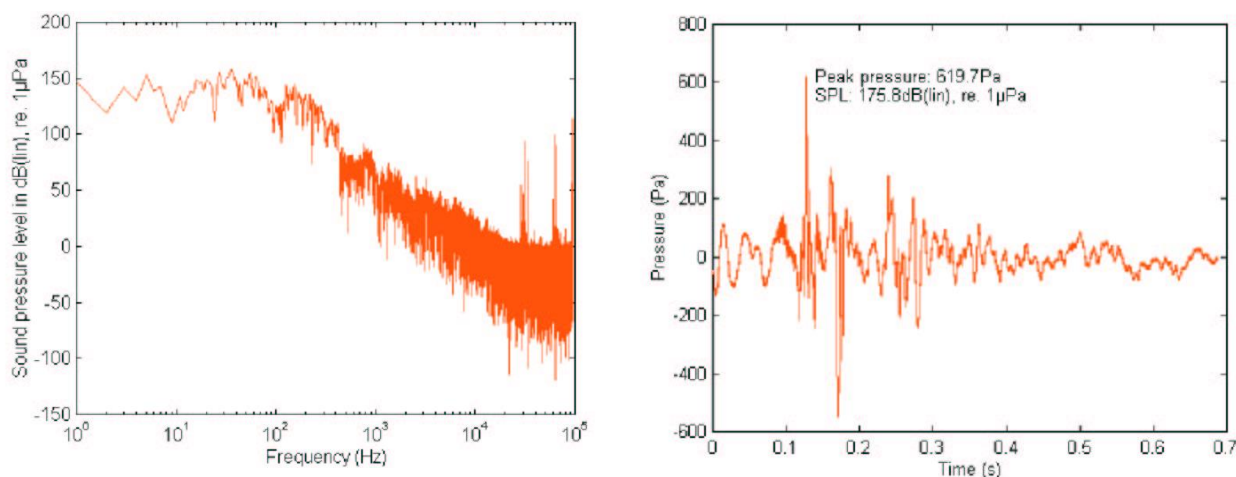


Figura 5. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell J. et al., 1999).

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

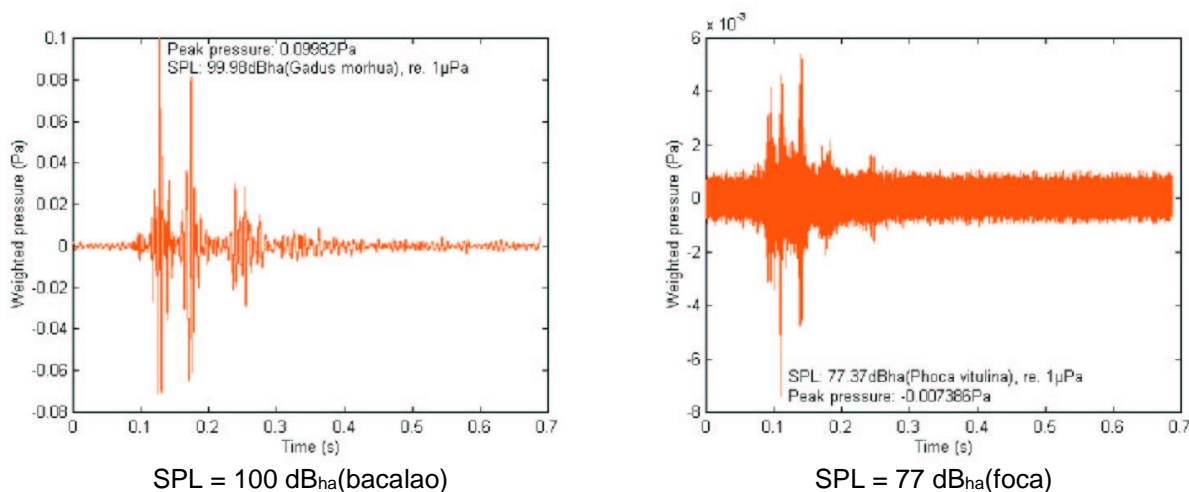


Figura 6. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Nedwell J. et al., 1999).

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



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

5.2 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS MAMÍFEROS MARINOS

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

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

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

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

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



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

La Tabla 22 presenta una síntesis de los impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos.

Tabla 22. Impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos Fuente: modificado de Hawkins and Popper (2016).

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

5.2.1 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos

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

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

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



Los grupos auditivos se usan especialmente para indicar la susceptibilidad de pérdida de audición debido a sonidos intensos (NIHL noise-induced hearing loss). Se considera que los riesgos de impactos auditivos se asocian con sonidos dentro del rango auditivo generalizado, mientras que fuera del rango ese riesgo de impacto es improbable o muy bajo (Yost 2006, 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. SPL pk es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples. Para fuentes móviles se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado (Silvie et al 2014), usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 23. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz to 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas.

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

¹ SPL pK (L_p,0-pk,flat) Re: 1 µPa
² SELcum (LE,_p, LF,24h) Re: 1µPa²s

Se puede apreciar que la categoría más exigente corresponde a los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo (275 Hz a 189 kHz) se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas durante los relevamientos sísmicos, que van de 5 a 90 Hz.

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 cuyos resultados para el grupo de mamíferos se resumen para las áreas CAN 100 y CAN 108 en la Tabla 24 y para el área CAN 114 en la Tabla 25, la condición de SPL pk (0 – p) más exigente se corresponde con el umbral de pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF). Este umbral se alcanza en las áreas CAN 100 y CAN 108 en un radio de unos 610 metros con centro en la fuente, y para el área CAN 114 en un radio de 510 metros. Por su parte, el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo resulta también para el grupo VHF, el cual se alcanza para las áreas CAN 100 y CAN 108 a unos 260 metros, y a 240 metros para el área CAN 114.



Tabla 24. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas CAN 100 y CAN 108

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 μ Pa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
PTS - LF	219	26,3	35
PTS - HF	230	15,3	10
PTS - VHF	202	43,3	260
PTS - PW	218	27,3	39
PTS - PO	232	13,3	4
TTS - LF	213	32,3	68
TTS - HF	224	21,3	19
TTS - VHF	196	49,3	610
TTS - PW	212	33,3	74
TTS - PO	226	19,3	12
Limite convencional de afectación	190	55,3	1.900

Tabla 25. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN 114

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 μ Pa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
PTS - LF	219	26,3	31
PTS - HF	230	15,3	9
PTS - VHF	202	43,3	240
PTS - PW	218	27,3	37
PTS - PO	232	13,3	3
TTS - LF	213	32,3	66
TTS - HF	224	21,3	18
TTS - VHF	196	49,3	510
TTS - PW	212	33,3	75
TTS - PO	226	19,3	12
Limite convencional de afectación	190	55,3	1.200



Asimismo, como parte del Capítulo 6 se han evaluado las distancias a las que se alcanzan los umbrales SELcum considerando escenarios posibles entre la trayectoria de la línea sísmica que recorre el arreglo mientras emite el sonido, y la trayectoria del animal. Para las simulaciones efectuadas sin medidas de mitigación (Tabla 26 y Tabla 27), se puede observar que para todos los grupos, salvo los Cetáceos de Frecuencias Bajas (LF), las distancias entre el receptor y el arreglo para las cuales se superan los umbrales de PTS son muy bajas (se indica menor a 10 metros pues es poco preciso y carece de utilidad práctica definir distancias menores al arreglo). En estos casos, la distancia más conservadora es la correspondiente al SPL pk (0 – p), referida previamente. En el caso del grupo LF, las distancias iniciales en las que se supera el PTS para las áreas CAN 100 y 108 en caso de no aplicarse medidas de mitigación, se encontrarán entre unos 200 y 320 m del arreglo, según la posición relativa con respecto al sentido de avance del mismo. Para el área CAN 114 esta distancia se alcanzaría entre los 120 y los 220 metros. En cuanto a los umbrales de TTS, también resultan menores las distancias para SELcum que para SPL con excepción de las Cetáceos de Frecuencias Bajas (LF) que deberían encontrarse a distancias elevadas del arreglo, del orden de unos 12 km en las áreas CAN 100 y 108 y de 6 km en el área CAN 114; y los Carnívoros Fócidos (PW) para los cuales se estimaron distancias del orden de 80 metros, tanto para las áreas CAN 100 y 108, como para el área CAN 114. No obstante, en el caso del grupo LF, considerando la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes (arranque suave), es posible apreciar en las Tabla 28 y Tabla 29 que la distancia para no alcanzar el umbral PTS está dada por el criterio SPL para todas las áreas, dado que bajo el criterio SELcum resultan muy bajas (< 10 metros). Un ejemplar de esta especie comenzaría a sentir efectos temporarios (TTS) por acumulación del SEL a unos 10 km del arreglo en el caso de las áreas CAN 100 y CAN 108, y 2.300 metros, para el área CAN 114.

Tabla 26. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. (CAN 100 y CAN 108)

Comportamiento del receptor >				Sin medida de mitigación			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μPa	Distancia Criterio SPL (m)	SELcum dB re 1 μPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
PTS - LF	219	35	183	150	260	240	-320
PTS - HF	230	10	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - VHF	202	260	155	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PW	218	39	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PO	232	4	203	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – LF	213	68	168	8.300	9.500	9.100	-11.800
TTS – HF	224	19	170	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – VHF	196	610	140	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – PW	212	74	170	< 10	70	< 10	-80
TTS – PO	226	12	188	< 10	< 10	< 10	< 10
Limite convencional afectación	190	1.900	-	-	-	-	-

Notas: Escape a 90° (perpendicular) y 180° (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.
Escape a 60° en la dirección de avance del arreglo con 4 m/s de velocidad durante 30 minutos, luego a 2 m/s.
Escape a 135° alejándose del arreglo, a velocidad reducida 1 m/s

(*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial

(**): Nivel para peces con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)



Tabla 27. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. (CAN 114)

Comportamiento del receptor >				Sin medida de mitigación			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPL _{peak} dB re 1 µPa	Distancia Criterio SPL (m)	SEL _{cum} dB re 1 µPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
PTS - LF	219	31	183	120	185	170	-220
PTS - HF	230	9	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - VHF	202	240	155	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PW	218	37	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PO	232	3	203	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS - LF	213	66	168	3.400	4.500	4.150	-6.100
TTS - HF	224	18	170	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS - VHF	196	510	140	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS - PW	212	75	170	50	70	50	-80
TTS - PO	226	12	188	< 10	< 10	< 10	< 10
Limite convencional afectación	190	1.200	-	-	-	-	-

Notas: Escape a 90° (perpendicular) y 180° (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.

Escape a 60° en la dirección de avance del arreglo con 4 m/s de velocidad durante 30 minutos, luego a 2 m/s.

Escape a 135° alejándose del arreglo, a velocidad reducida 1 m/s

(*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial

(**): Nivel para peces con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)

Tabla 28. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los umbrales para el grupo auditivo LF, con arranque suave. (CAN 100 y CAN 108)

Comportamiento del receptor >				Con arranque suave			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPL _{peak} dB re 1 µPa	Distancia Criterio SPL (m)	SEL _{cum} dB re 1 µPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
PTS - LF	219	35	183	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS - LF	213	68	168	3.000	6.000	5.300	-10.000

Tabla 29. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los umbrales para el grupo auditivo LF, con arranque suave. (CAN 114)

Comportamiento del receptor >				Con arranque suave			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPL _{peak} dB re 1 µPa	Distancia Criterio SPL (m)	SEL _{cum} dB re 1 µPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
PTS - LF	219	31	183	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS - LF	213	66	168	90	1.050	850	-2.300



Para el grupo LF integrado por las ballenas, varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales, que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al 2006). Las exposiciones crónicas de larga duración y también de mayor extensión espacial, generan desplazamientos que se extienden mientras se mantiene el ruido. Este desplazamiento puede implicar la pérdida del acceso a hábitats de alimentación de alta calidad, en particular si el comportamiento de alimentación es estacional o si las áreas de alimentación son temporarias, fragmentadas o muy localizadas. El desplazamiento puede reducir las oportunidades de reproducción si tiene lugar durante la época de apareamiento. Las ballenas dependen de comunicación acústica para comunicarse socialmente, y emplean sonidos para poder aparearse, criar, alimentarse y migrar. Aunque no se han determinado sus capacidades auditivas se han documentado impactos de exposiciones a ruidos, fisiológicos de aumento de los niveles de stress y comportamentales. Se han documentado desplazamientos, cambios en vocalizaciones, comportamiento de alimentación, abandono de áreas tradicionales de cría, y enmascaramiento de sonidos. Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración. (Dunlop et al 2013).

Por lo tanto, los hábitats de alimentación y la época de reproducción son aspectos claves para evaluar el impacto sonoro a nivel poblacional. En el Atlántico Noroccidental, Moulton y Holst (2010) observaron ballenas azules manteniendo mayores distancias de los buques sísmicos mientras las baterías de fuentes de aire comprimido estaban operativas. Los estudios realizados durante las prospecciones sísmicas en el Reino Unido de 1997 a 2000 informaron que si bien no hubo diferencias en las tasas de avistamiento de misticetos con buena visibilidad según la operatoria sísmica, las ballenas mostraron evasión localizada cuando las fuentes de energía sonora estaban en funcionamiento (Stone y Tasker 2006). También está bien documentado que las ballenas azules cambian los patrones y frecuencias de vocalización durante los estudios sísmicos (Di Lorio y Clark 2009).

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



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

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

5.2.2 Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos

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

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



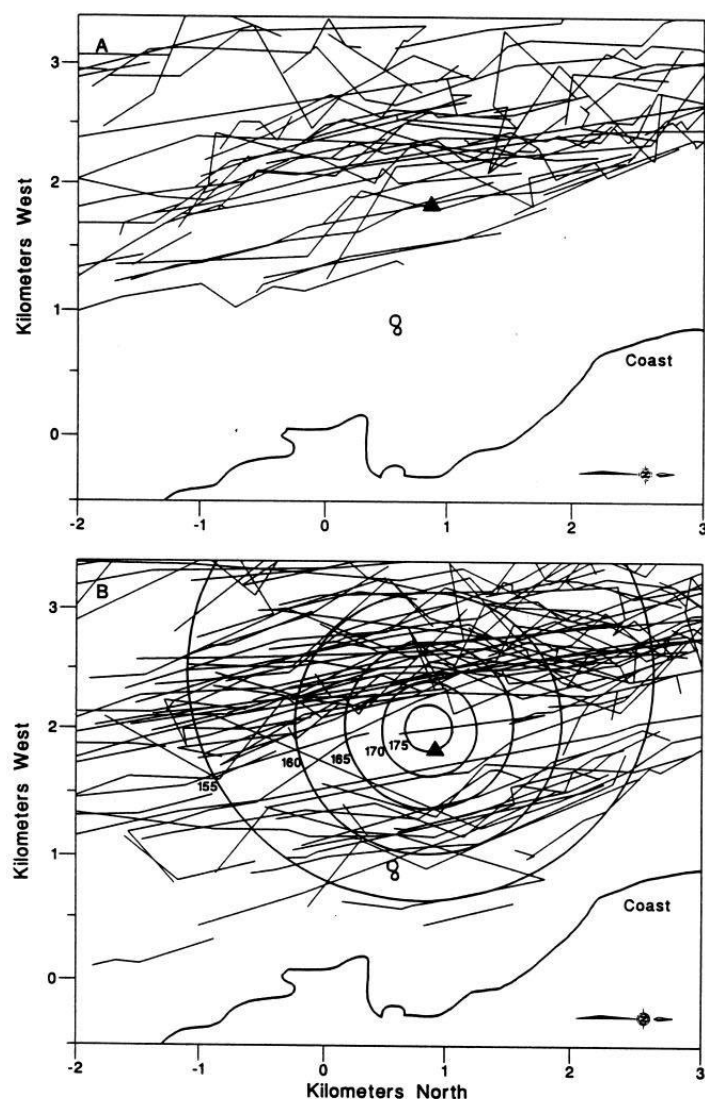


Figura 7. Trayectorias de mamíferos marinos (ballenas grises) sin y con operación de un buque sísmico, y líneas de iso-intensidad sonora.

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



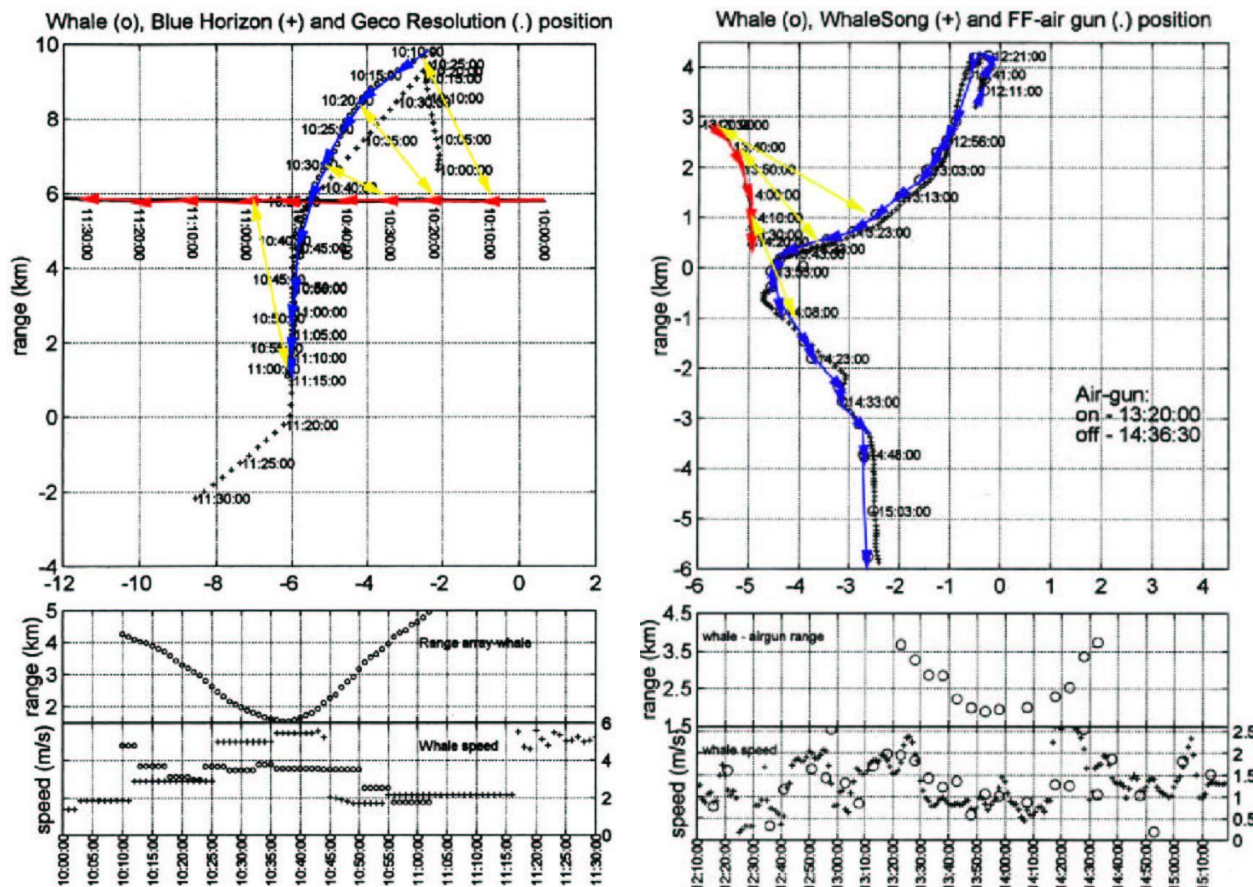


Figura 8. Trayectoria de un mamífero marino (ballena) en cercanías de un buque sísmico operativo.

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

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

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

Ese es el principio que se aplica para el arranque suave (Soft Start), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo (en particular, en las guías británicas – UK Guidelines).

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 de unos 250 dB re 1 μ Pa-m reales, unos 20 a 30 minutos después del inicio.

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



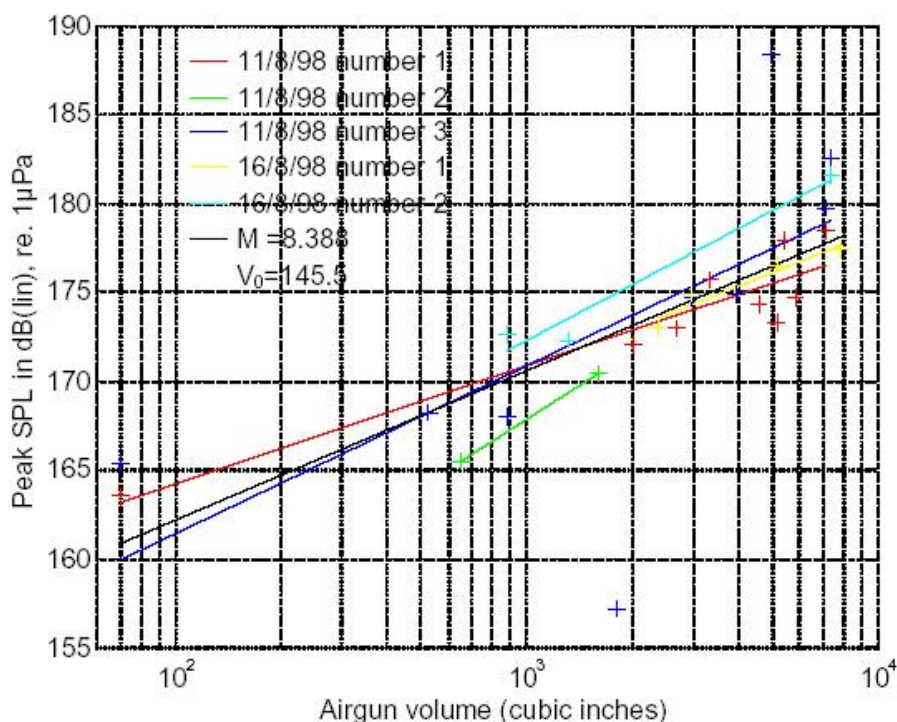


Figura 9. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido.

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

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



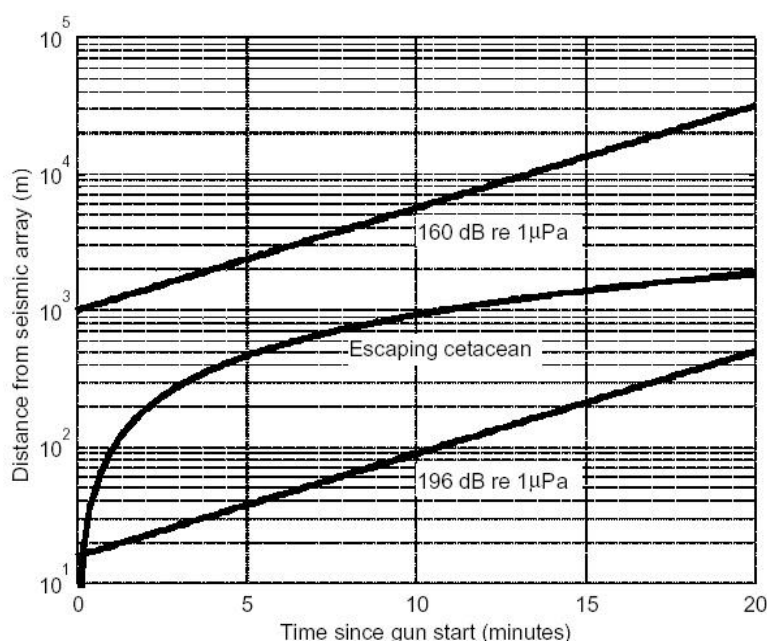


Figura 10. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Arranque Suave.

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

5.2.3 Importancia del impacto

En cuanto a la evaluación de los impactos se considera que durante el desarrollo del proyecto la fauna mamífera marina podría verse afectada tanto por la acción de navegación del buque sísmico como por las actividades de prospección propiamente dicha, siendo esta última la de mayor relevancia.

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

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



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

Considerando la implementación de medidas de mitigación (arranque suave) la modelación acústica establece que el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo, que se corresponde con el umbral de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), se alcanza para las áreas CAN 100 y CAN 108 en un radio de unos 260 metros con centro en la fuente, y a 240 metros para el área CAN 114.

En base a la metodología de evaluación propuesta, teniendo en cuenta la sensibilidad del área de estudio la intensidad del impacto se considera, en forma precautoria, alta durante el periodo de primavera y moderada para el resto del año. El impacto tendrá una extensión parcial considerando la afectación de solo una porción de un área de importancia de alimentación que tiene una distribución mucho más amplia. El efecto será de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de adquisición y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en el corto plazo, ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por la modificación de la cadena trófica por alteración de sus fuentes de alimentación - peces, invertebrados-); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que 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 descriptos. Por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los mamíferos. Considerando la condición más desfavorable que se daría cuando las prospecciones se realicen en primavera, la importancia del impacto de la adquisición sísmica sobre los mamíferos marinos resulta moderada

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del impacto resultante de acuerdo a la metodología matricial se presenta en la Tabla 37.

5.3 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS PECES Y CEFALÓPODOS

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

- a) Efectos físicos y/o fisiológicos: Los daños en los tejidos y otros daños físicos o efectos fisiológicos, que son recuperables pero que pueden colocar a los animales en niveles más bajos de aptitud física, pueden hacerlos más abiertos a la depredación, a la alimentación y al crecimiento deficientes, o a la falta de éxito en la cría, hasta que se produzca la recuperación.
- b) Deterioro de la audición: Los cambios a corto o largo plazo en la sensibilidad auditiva (cambio de umbral temporal - TTS o cambio de umbral permanente - PTS) pueden, o no, reducir la aptitud y la supervivencia. El deterioro de la audición puede afectar a la capacidad de los animales para capturar presas y evitar a los depredadores, y también puede causar un deterioro en la comunicación entre los individuos; afectando al crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo.



- c) Enmascaramiento: La presencia de sonidos producidos por el hombre puede dificultar la detección de sonidos biológicamente significativos contra el ruido de fondo. El enmascaramiento de los sonidos producidos por los organismos de presa puede dar lugar a una reducción de la alimentación con efectos sobre el crecimiento. Enmascarar los sonidos de los depredadores puede resultar en una reducción de la supervivencia. Enmascarar las señales de desove puede reducir el éxito de desove y afectar al reclutamiento. El enmascaramiento de los sonidos utilizados para la orientación y la navegación puede afectar a la capacidad de los peces para encontrar los hábitats preferidos, incluidas las zonas de desove, lo que afecta al reclutamiento, el crecimiento, la supervivencia y la reproducción.
- d) Respuestas de comportamiento: Los cambios de comportamiento pueden producirse en una gran proporción de los animales expuestos al sonido, ya que esas respuestas pueden producirse a niveles de sonido relativamente bajos. Algunas de estas respuestas conductuales pueden tener efectos adversos. El desplazamiento de los hábitats preferidos puede afectar a la alimentación, el crecimiento, la depredación, la supervivencia y el éxito reproductivo. Los cambios en las pautas de movimiento pueden afectar a los presupuestos de energía, desviando la energía de la producción de huevos y otras funciones vitales. Las migraciones a las zonas de desove o de alimentación pueden retrasarse o impedirse, con efectos perjudiciales para el crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo. La prevención del reclutamiento y el asentamiento en los hábitats preferidos puede afectar a la colonización y al tamaño de la población en cualquier zona expuesta a altos niveles de ruido.

5.3.1 Sensibilidad auditiva de los peces

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



Prácticamente todas las investigaciones sobre los impactos de los sonidos subacuáticos antropogénicos se han centrado en el componente de presión del sonido (Carroll et al. 2016); muchos peces, especialmente las que carecen de una vejiga llena de gas, como todos los elasmobranquios 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 elasmobranquios (tiburones, rayas y patines), algunas especies de peces de agua dulce, algunos góbidos y algunos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas, no son tan vulnerables a los traumatismos causados por los cambios extremos de presión acústica. Estas especies normalmente sólo son capaces de detectar sonidos de baja frecuencia (<1500 Hz). Los peces cartilaginosos por su parte tienen mucha sensibilidad al sonido de baja frecuencia (~ 20 Hz a ~1500 Hz) y la falta de una vejiga natatoria u otras cámaras llenas de gas en este grupo restringe su capacidad de detección al componente de movimiento de partículas del sonido (Myrberg 2001, Casper et al. 2012b). Estas especies detectan principalmente el movimiento de las partículas y no la presión sonora (Casper y Mann 2007a, b; 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), tambores y corvinas (Sciaenidae), arenques (Clupeidae). Por ejemplo, todos los clupeidos son capaces de detectar sonidos a unos 4 kHz, y un grupo de clupeidos de la subfamilia Alosinae puede detectar y responder a los sonidos ultrasónicos a más de 180 kHz (Mann et al. 1998, Mann et al. 2012; Popper et al. 2004). Algunas especies tienen una conexión física funcional entre la vejiga natatoria, o alguna otra cámara de gas, y el oído interno (Braun y Grande, 2008).

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



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

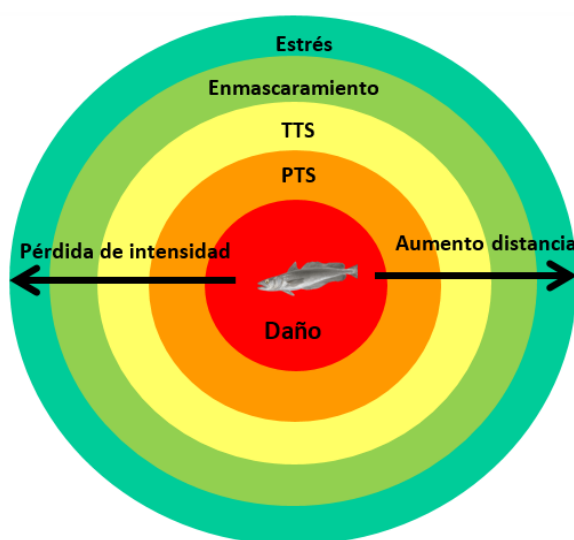


Figura 11. Categoría de efectos de ruidos antropogénicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporal; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado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

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



Estos autores expusieron unas 15 especies de peces a impulsos sísmicos de diversa intensidad, manteniendo a los peces en cautividad y realizando los experimentos tras un periodo de aclimatación. Los peces mostraron respuestas de alarma tipo C (contracciones involuntarias de las fibras musculares de un lado del cuerpo, que provocan un fuerte arqueamiento general del pez) a altas intensidades. Asimismo, los resultados de los análisis del epitelio auditivo de *Chrysophrys auratus* mostraron ablación de las células. Sin embargo, los peces no mostraron signos hormonales de estrés a consecuencia del experimento. En estos estudios se mostró que el pargo (*Pagrus auratus*) enjaulado sufrió grandes daños a las células ciliadas situadas en el epitelio sensorial del oído interno, después de haber sido expuestos a sonidos de fuentes experimentales de aire comprimido durante dos periodos de tiempo con un descanso de 1:12 horas en medio. Los experimentos se realizaron a distancias desde 400-800 metros hasta 5 m de la jaula. El daño fue severo, sin evidencia de reparación ni reemplazo de las células sensoriales dañadas hasta 58 días después de la exposición. Las fuentes emitían a 223 dB re 1 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. (2000) utilizando experimentos en jaulas indican que a 156-161 dB RMS los peces evidencian señales de alarma y que a partir de 171 dB RMS se inicia un proceso de desplazamiento del otolito. En definitiva, los peces con especializaciones auditivas poseen menores valores umbrales a la presión sonora y un rango de frecuencia más amplio que aquellas especies no especializadas y que solo son sensibles al movimiento de partículas (Popper et al 2014).

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

La Tabla 30, por su parte presenta los niveles umbrales para peces sin vejiga y con vejiga natatoria, diferenciándose aquellos que poseen aparato de Weber (ostareofisios). Se presenta el valor de SPL (peak) y SELcum. Los efectos en los tejidos de los peces pueden ser muy diferentes dependiendo del tiempo entre impactos de las ondas y la recuperación es posible con periodos de cierta separación entre sonidos. Carlson et al. (2007) sugirieron que para los peces de más de 2 g (larvas pequeñas), el valor de SELcum para el daño tisular no auditivo debería ser de 190 dB re 1 μ Pa².s, y para los peces de menos de 1 g, sugirieron un SELcum de 183 dB re 1 μ Pa².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 μ Pa².s de SELcum para los peces de más de 8 g, y un valor superior a 213 dB re 1 μ Pa².s de SELcum para los peces de más de 200 g. En todo caso Popper et al. (2006) en base a las ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de medición que se utiliza sugieren aplicar umbrales SPL (peak) y SEL.



Tabla 30. 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 31 y Tabla 32, la condición de SPL pk (0 – p) más exigente que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces con vejiga natatoria (tanto para los que la tienen conectada al oído como los que no) se alcanza a unos 150 metros de la fuente en las áreas CAN 100 y CAN 108, y a unos 130 metros para el área CAN 114. Para los peces sin vejiga natatoria este umbral se alcanza a los 68 metros de la fuente para las áreas CAN 100 y CAN 108, y a los 66 metros para el área CAN 114.

Tabla 31. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas CAN 100 y CAN 108

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 µPa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	68
Peces CON vejiga natatoria ¹	207	38,3	150

Tabla 32. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN 114

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 µPa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	66
Peces CON vejiga natatoria ¹	207	38,3	130

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

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se han evaluado las distancias a las que se alcanzan los umbrales SELcum, las cuales se resumen en la Tabla 33 y la Tabla 34. Para los peces sin vejiga natatoria no se supera el umbral de PTS por lo que la condición más restrictiva corresponde al SPL. Por su parte, los peces con vejiga natatoria pueden experimentar PTS si están a menos de 30 metros en el lado contrario al avance del arreglo. Entonces la distancia más restrictiva corresponde al criterio de SPL, que es mayor (150 metros para las áreas CAN 100 y CAN 108, y 130 metros para el área CAN 114). Conforme a los valores de SELcum calculados las condiciones de TTS para los peces, asumiendo similares condiciones de comportamiento evasivo, se registrarían a distancias de 1 a 2,5 km del arreglo para las áreas CAN 100 y CAN 108, y de 500 metros a 1 km para el área CAN 114.



Tabla 33. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. (CAN 100 y CAN 108)

Comportamiento del receptor >				Sin medida de mitigación			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μPa	Distancia Criterio SPL (m)	SELcum dB re 1 μPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
Peces SIN vejiga natatoria *	213	68	219	< 10	< 10	< 10	< 10
Peces CON vejiga natatoria *	207	150	201 **	20	25	20	-30
TTS: Peces SIN v. n.	-	-	186	1.150	1.800	1.650	-2.500
TTS: Peces CON v. n.	-	-	186	1.150	1.800	1.650	-2.500

Notas: Escape a 90° (perpendicular) y 180° (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.
Escape a 60° en la dirección de avance del arreglo con 4 m/s de velocidad durante 30 minutos, luego a 2 m/s.
Escape a 135° alejándose del arreglo, a velocidad reducida 1 m/s
(*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial
(**): Nivel para peces con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)

Tabla 34. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. (CAN 114)

Comportamiento del receptor >				Sin medida de mitigación			
				Escape 180°	Escape 90°	Escape 135°	Escape 60°
Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μPa	Distancia Criterio SPL (m)	SELcum dB re 1 μPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)
Peces SIN vejiga natatoria *	213	66	219	< 10	< 10	< 10	< 10
Peces CON vejiga natatoria *	207	130	201 **	20	25	25	-30
TTS: Peces SIN v. n.	-	-	186	510	820	750	-1.070
TTS: Peces CON v. n.	-	-	186	510	820	750	-1.070

Notas: Escape a 90° (perpendicular) y 180° (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.
Escape a 60° en la dirección de avance del arreglo con 4 m/s de velocidad durante 30 minutos, luego a 2 m/s.
Escape a 135° alejándose del arreglo, a velocidad reducida 1 m/s
(*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial
(**): Nivel para peces con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)

5.3.2 Cambios en el comportamiento

Las respuestas conductuales a los sonidos impulsivos son variadas e incluyen un alejamiento de las fuentes de ruido (Dalen & Rakness 1985; Dalen & 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 & Soldal 1993, Engås et al. 1996, Engås & Løkkeborg 2002, Slotte et al. 2004, Løkkeborg et al. 2012).



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

Otras observaciones similares de comportamiento en respuesta al ruido de las emisiones sísmicas, incluidas respuestas de alarma y cambios en los patrones de formación de cardúmenes, posición en la columna de agua y velocidades de natación se observaron en el caso del pargo rosado (*Pagrus auratus*) y el trébol (*Pseudocaranx dentex*) cautivos frente a la costa de Australia Occidental (Fewtrell y McCauley 2012). A medida que aumentaban los niveles de ruido de las fuentes de energía sísmica, los peces respondían nadando más rápido en grupos más estrechamente cohesivos y hacia el fondo de la jaula. Otras experiencias mostraron aumentos significativos en las respuestas de alarma en los peces expuestos a niveles de exposición acústica (SEL) que excedían los 147-151 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, y se observó un aumento en la frecuencia de las respuestas de alarma a medida que aumentaba el nivel de sonido (Fewtrell y McCauley 2012). Los peces cautivos volvieron a su posición previa a la exposición en un plazo de 31 minutos después de la señal final del cañón de aire. Se sugiere que por encima de un umbral de nivel de cañón de aire de alrededor de 171 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ ³ se produce un rápido aumento de parámetros de desplazamiento absoluto del sistema auditivo de los peces, lo que indicaría que el comportamiento asociado y la respuesta y la susceptibilidad a los daños mecánicos aumentará en consecuencia. Por otro lado, se ha comprobado también que las emisiones de fuentes de energía sísmica provocan respuestas de comportamiento de algunos peces hasta varios kilómetros de la fuente de sonido.

³ 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 del cañón de aire. La proporción de lubinas que exhibieron una respuesta de sobresalto aumentó a medida que la fuente de sonido del cañón de aire se aproximaba a menos de 800 m. Una vez que el conjunto sísmico se encontraba a menos de 180 m de la jaula, las lubinas se agruparon en la parte central del recinto y exhibieron una orientación aleatoria y parecieron más activas que las condiciones previas a la exposición. La respuesta de sobresalto dejó de ser evidente una vez que el buque pasó a ~ 1,5 km de distancia de la jaula, y en el plazo de una hora las lubinas confinadas recuperaron su estado normal (es decir, se reorientaron contra el flujo de la corriente) (Santulli et al. 1999). Hassel et al. (2004) también examinaron los posibles efectos de un conjunto de fuentes de aire comprimido en movimiento (con una fuente estimada de 256 dB re 1 μ Pa-m – no se especifica unidad -) en el comportamiento del lanzón pequeños menor en estado de cautividad. Los peces mostraron respuestas de sobresalto similares durante la exposición a las fuentes sonoras que aumentaron a medida que el conjunto sísmico se acercaba a las jaulas y se detuvieron una vez que cesó la descarga.

Por otro lado, peces adultos en jaulas en una bahía poco profunda y expuestos con intensidad de 222,6 dB re a 1 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. (2000) experimentaron con diferentes especies a las que colocaron en jaulas a distancia variable de la fuente siendo la intensidad 146-195 dB re 1 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 un cañón de aire, el sistema auditivo de los peces podría sufrir daños, pero expresan que estos efectos no deben ser necesariamente trasladados a las poblaciones o pesquerías ya que puede existir comportamiento de evitación en el mar abierto. En contraste con estos resultados, los peces e invertebrados marinos monitoreados con una cámara de video en un arrecife costero no se movieron lejos de los sonidos de las fuentes de aire comprimido con niveles de presión máxima de hasta 218 dB (a 5,3 m en relación con 1 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 et al (1969) mencionan que cuando se iniciaron los pulsos sísmicos la pescadilla *Merlangius merlangus* mostró un repentino movimiento hacia abajo, formando una capa más compacta por debajo de 30 brazas (55m, 192 dB re 1 μ Pa presión máxima). Después de una hora, los peces parecían acostumbrarse al sonido como evidenciado por un período durante el cual los peces ascendieron de manera constante. Los peces continuaron ascendiendo en la columna de agua cuando la fuente de aire comprimido se apagó. Cuando la fuente de aire comprimido se descargó de nuevo, se observó otra respuesta descendente. Asimismo, Wardle et al. (2001) notaron pequeños cambios en la posición del abadejo (*Pollachius pollachius*) en respuesta a la emisión sísmica. Sin embargo, las respuestas de sobresalto observadas en el carbonero (*Pollachius virens*) fueron provocadas por el estímulo visual asociado a la nube de burbujas provocada por los pulsos sísmicos.






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

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



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

La Figura 12 resume diferentes resultados del impacto de los sonidos sísmicos sobre aspectos biológicos y en las pesquerías.

	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= Song et al. 2008*, 4= McCauley et al. 2003, 5= Hastings and Mikes-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 et al. 2012, 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 12. Resumen de los posibles impactos de los sonidos sísmicos de baja frecuencia en los peces. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas (es decir, ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a una distancia de >1-2 m) o desconocidos/no realistas (es decir, de larga duración y/o corta distancia de <2 m a la fuente de sonido, exposición al sonido de campo cercano en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición al sonido y el medio ambiente en el que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al 2016).

5.3.3 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 (Boertman et al. 2009). Carroll et al. (2016); Popper et al. (2005) menciona diferentes experimentos donde se han realizado numerosos estudios que exponen experimentalmente los huevos y larvas de diversas especies de peces a las fuentes de aire (Booman et al., en Popper et al. 2014). En estos estudios se identificaron en general muertes y lesiones fisiológicas a muy corta distancia (<5 m) solamente. Por ejemplo, se registró una tasa de mortalidad del 40-50% para las larvas del saco vitelino (en particular para el rodaballo) a una distancia de 2 a 3 m, aunque las cifras de mortalidad para las larvas del saco vitelino de las anchoas a las mismas distancias eran menores. Los impactos del ruido en los huevos y larvas de peces marinos pueden incluir disminución de la viabilidad de los huevos, aumento de la mortalidad embrionaria o disminución del crecimiento larvario (Kostyuchenko 1973; Booman et al., en Popper et al. 2014). Se demostró el aumento de las tasas de mortalidad (10-20%) en etapas posteriores (larvas, postlarvas y alevines) para varias especies en distancias de 1-2 m. También se han observado cambios en la flotabilidad de los organismos, en su capacidad para evitar los depredadores y los efectos que afectan al estado general de las larvas, de crecimiento y, por tanto, su capacidad de supervivencia. Las larvas de peces nadadores pueden ser más receptivas a los sonidos producidos por los conjuntos de sísmica, y la gama de efectos puede extenderse más para estas especies que para otras. Sætre y Ona (en Popper et al. 2014) calcularon que el número de larvas muertas durante un estudio sísmico típico es del 0,45% de la población total de larvas. Para especies como el bacalao, el arenque y capelán, la mortalidad natural se estima en un 5-15% por día de la población total para huevos y larvas. Esto disminuye a 1-3% por día una vez que la especie alcanza la edad 0, es decir, a aproximadamente 6 meses (Sætre & Ona, en Popper et al. 2014). En consecuencia, Dalen et al. (1996) concluyeron que la mortalidad es tan baja a nivel poblacional que se puede considerar que tiene un impacto despreciable sobre el reclutamiento de las poblaciones.

Los estadios larvarios se consideran a menudo más sensibles a los factores de estrés que etapas adultas (Byrne y Przeslawski, 2013), pero la exposición a la sísmica no revela diferencias entre la mortalidad de las larvas o en la abundancia de los peces (Dalen et al., 2007), cangrejos (Pearson et al., 1992), o vieiras (Parry et al., 2002). Sin embargo, los períodos intensos y prolongados de exposición a sonidos de baja frecuencia, como los adoptados para las vieiras (Booman et al., en Popper et al. 2014; Aguilar de Soto et al., 2013) puede aumentar las tasas de anomalía 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 35 se presenta un resumen de los impactos esperados en peces de acuerdo a su estadio.



Tabla 35. 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



5.3.4 Cefalópodos

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



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

5.3.5 Importancia del impacto

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

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

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

La modelación acústica establece que el umbral más exigente (peces con vejiga natatoria) que indica que pueden producirse posibles lesiones mortales o potencialmente mortales en los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 150 metros con centro en la fuente en el caso de las áreas CAN 100 y CAN 108, y en un radio de 130 metros en el área CAN 114.

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de arranque suave al comienzo de cada línea de adquisición de datos, en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo. Los niveles de sonido también aumentarán y disminuirán lentamente a medida que los buques se muevan. Esto permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales. Por lo tanto, el riesgo de lesiones para los peces individuales es bajo y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas, en particular teniendo en cuenta que la mayoría de las especies identificadas en el área de 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 proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes, y no se puede descartar que coincida con el área de reproducción de alguna de las especies de otros órdenes debido a la falta de información sobre las mismas. En el caso de los Rajiformes, el periodo reproductivo presenta baja sensibilidad dado que el mismo es extenso y la especie tiene una amplia distribución. Cabe destacar que ninguna de las especies de interés comercial se reproduce o cría en la zona del proyecto.

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

Por su parte, los antecedentes relevados señalan que, si bien no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, los resultados de experimentos con animales en cautividad indican que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia menor a 5 km de una fuente sísmica. Como se mencionó anteriormente (Punto 2.3.1.3), en el área de estudio se destaca el calamar (*Illex argentinus*). Si bien las áreas de mayores concentraciones y agrupaciones reproductivas se encontrarían por fuera de la zona del proyecto en primavera y verano, durante el otoño e invierno la zona del proyecto sería parcialmente coincidente con las concentraciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica que se agrupan en alta densidad en el borde de la plataforma. En este sentido, se considera una sensibilidad media durante los meses de otoño e invierno y baja el resto del año. Asimismo, podría darse un impacto adicional a partir del invierno y hasta primavera, por coincidencia con la deriva de huevos y larvas proveniente de la zona sur por acción de la corriente de Malvinas.

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



En relación a los cefalópodos, el impacto se considera de moderada intensidad teniendo en cuenta que existiría una sensibilidad mayor durante el otoño e invierno en relación a la presencia de las poblaciones pre-reproductivas de la subpoblación bonaerense-norpatagónica de *Illex argentinus* con la que el área de proyecto se superpondría parcialmente. En relación a la afectación de los huevos y larvas de esta especie, como se señaló anteriormente, el impacto está sujeto a la deriva que pueda producir la corriente de Malvinas, dado que el área de proyecto no se superpone con la zona de desove; y por el otro lado, se encuentra acotado al entorno cercano de las fuentes (5 m), por lo que se puede considerar que a nivel poblacional el efecto es despreciable, y a su vez es muy localizado (puntual). El resto de los criterios de valoración resultan idénticos a los mencionados para los peces, por lo tanto, el impacto sobre los cefalópodos resultaría igualmente de moderada importancia.

5.4 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS TORTUGAS MARINAS

5.4.1 Efectos de las prospecciones sísmicas sobre las tortugas marinas

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

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

Parente et al 2006 analizaron los avistajes diurnos de tortugas marinas durante varias campañas de prospección sonora en el nordeste brasileño, sin encontrar diferencias significativas en la posición o actividad de las tortugas en relación con el estado de actividad de las fuentes sísmicas. Weir (2007) analizó los avistajes diurnos de tortugas marinas durante campañas de prospección sísmica 3D costa afuera de Angola, en aguas profundas (1000-3000m). Los sonidos producidos por el arreglo tenían niveles de fuente en la región de 220-248 dB re. 1 uPa a 1m, con pico de energía en la franja de 10-200 Hz, y se ejecutaban procedimientos de arranque suave (soft-start) de 20 minutos de duración. La tasa de avistajes durante el periodo sin disparos fue el doble de cuando el arreglo estaba activo, pero la autora señala que esas emisiones sonoras pudieron estar sesgadas por la ocurrencia de periodos de aguas extremadamente calmas, que las tortugas aprovechan para termorregular en superficie. No se registraron comportamientos de evasión asociados a las emisiones de energía sísmica, pero sí reacciones individuales a la presencia del barco y equipo, cuando las embarcaciones pasaban a menos de 10 m de las tortugas que estaban flotando en superficie. Señala también que hubo casos en otras prospecciones de la región en los cuales quedaron tortugas atrapadas en las boyas de cola o terminales (tail buoys)⁴, por lo que recomienda el uso de equipos especialmente modificados en las áreas donde se espera encontrar tortugas marinas.

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



5.4.2 Importancia del impacto

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

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

Otros tipos de impactos posibles ligados a las prospecciones sísmicas son la colisión con los buques y los atrapamientos físicos. De hecho, las tortugas marinas que se acercan mucho a las embarcaciones y a los streamers podrían quedar atrapadas por estos equipos o colisionar con ellos, en particular con las boyas terminales las que suelen estar ubicadas a varios kilómetros de la popa de la embarcación, por lo que no es fácil vigilar esas interacciones.

Por todo lo expuesto, el impacto sobre este grupo faunístico se considera, en forma precautoria, de intensidad alta durante la primavera y el verano y moderada para el resto del año, 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 que existen medidas mitigatorias a adoptar, por lo menos en lo que respecta al posible enredo en las boyas de cola de los streamers (adopción de boyas terminales equipadas con protectores de tortugas apropiados). Considerando la condición de mayor sensibilidad que se daría cuando las prospecciones se realicen en primavera y verano la significación del impacto de la prospección sísmica sobre las tortugas resulta moderada.



5.5 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y EL PLANCTON

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









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

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

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



Por otro lado, Day et al. (2016a) 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 pueden 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 asperima*) 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). La Figura 13 resume varios impactos en diferentes taxones de invertebrados.

	Molluscs				Crustaceans		Echinoderms	
								
	Cephalopod	Gastropod	Bivalve	Larvae	Decapod ^a	Stomatopod	Larvae	Ophiuroid
PHYSICAL								
Air bladder damage								
Otolith/statocyst damage	1-3				4,5	5		
Organ/tissue damage	6		7,8		9			
Mortality/abnormality	6		7,8,10	5	11	5,9,12	4,13,14	
BEHAVIOURAL								
Startle response	15-19		5,20		4,21			
Sound avoidance	18				22			
Predator avoidance			5		5,12,23			
Foraging					23			
Reproduction					24			
Bioturbation			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
CATCHEFFECTS								
Catch rates / abundance	29	29	7,10,29	8	4,9,27,29,32,33	29		

1 = André et al. 2011, 2 = Solé et al. 2013a, 3 = Solé 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 = Fewtrell 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 = Cell 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 = Filicetto et al. 2014, 31 = Branscomb and Rittschof 1984, 32 = Andriquetto-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 Chalmers (1986), Kosheleva (1992) and Matishov (1992) as cited in Parry et al. (2002)

Figura 13. Resumen de los posibles impactos del sonido de baja frecuencia en diversas respuestas de los invertebrados marinos. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas para estudios sísmicos (es decir, pocas ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a > 1-2 m) o desconocido/no realista (es decir, exposición continua al sonido, ráfagas de > 100 de exposición al sonido de campo cercano, en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición sonora y el medio ambiente en que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al. 2016).



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

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

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

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

5.5.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, tanto para el componente de bentos como para el plancton, para la zona donde se ubican las áreas CAN 100-108 y 114 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas.

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

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



En cuanto a las comunidades bentónicas el área de proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año. Como se mencionó anteriormente, los ecosistemas marinos vulnerables identificados en el Atlántico sudoccidental se encuentran a menores profundidades que las que se verán afectadas por el proyecto, siendo los bancos de vieiras y esponjas a lo sumo marginales. La vieira patagónica se observa con baja densidad de la biomasa en la zona cercana al proyecto, registrándose en primavera-verano la mayor densidad de la especie, y son el primer y segundo los trimestres del año donde se registran los mayores desembarcos del recurso. En tanto que las especies de crustáceos decápodos registrados en la zona de estudio, no tienen importancia económica, presentando pesquerías bycatch/incidental, y a su vez, su distribución es marginal a la zona del proyecto.

De todos modos, en relación al grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 1200 y 3900 metros. En consecuencia, considerando que la bibliografía revisada señala que estos organismos pueden verse afectados en el campo cercano a las fuentes de sonido (5 metros de distancia) y que estas fuentes se ubicarán a una profundidad de 6 o 7 metros (según el arreglo que sea considerado), 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), el cual será de intensidad media teniendo en cuenta la sensibilidad asociada a los crustáceos y el krill. La extensión se considera local dado que como se mencionó, los efectos significativos podrán darse dentro del área acotada en la que se encuentre operando la fuente sísmica. El momento del impacto es inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en tres días (concordante con el período de recuperación del zooplancton de acuerdo con la información antecedente), mientras que el efecto sería directo. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre el plancton sea baja.

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

5.6 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS AVES

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.

5.6.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas

Buceadores de profundidad (B1)

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

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

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



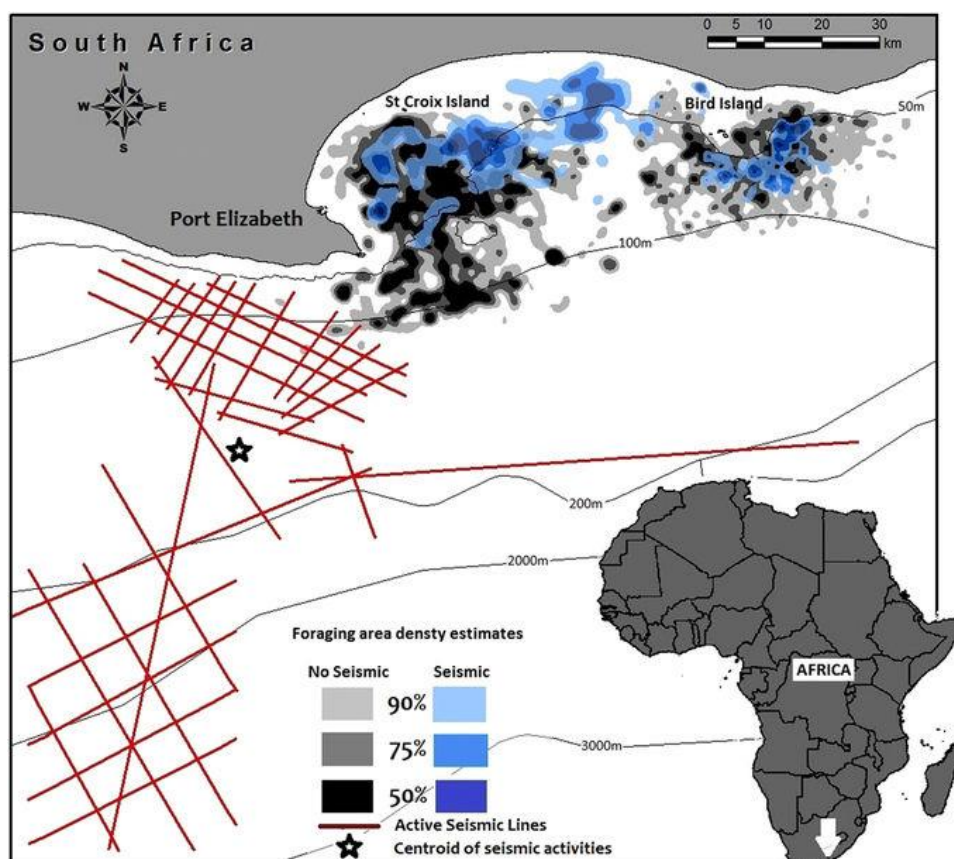


Figura 14. Superposición de las áreas de alimentación de los pingüinos africanos de las dos principales colonias de la Bahía de Algoa, antes (2009–2013 en gris) y durante (marzo 2013, en azul); las actividades de prospección sísmica en líneas rojas. Fuente: Pichigreu et al (2017).

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

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

Buceadores superficiales (B2)

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

Cristina Goyenechea

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

Buceadores costeros de profundidad (B3)

Hansen et al (2017) encontraron que el cormorán *Phalacrocorax carbo* tiene capacidades de audición comparables a los Fócidos y a muchos delfines, con rangos de audición en la frecuencia de 1-4 kHz. La mayor sensibilidad se da a 2 kHz con un límite para la audición acuática de 71 dB re 1uPa RMS. Los autores consideran que esta capacidad es usada tanto para la detección de presas como para la comunicación entre individuos bajo el agua. Las actividades de prospección sísmica podrían generar desplazamientos de las zonas de alimentación como también enmascaramiento de la presencia de las presas.

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.



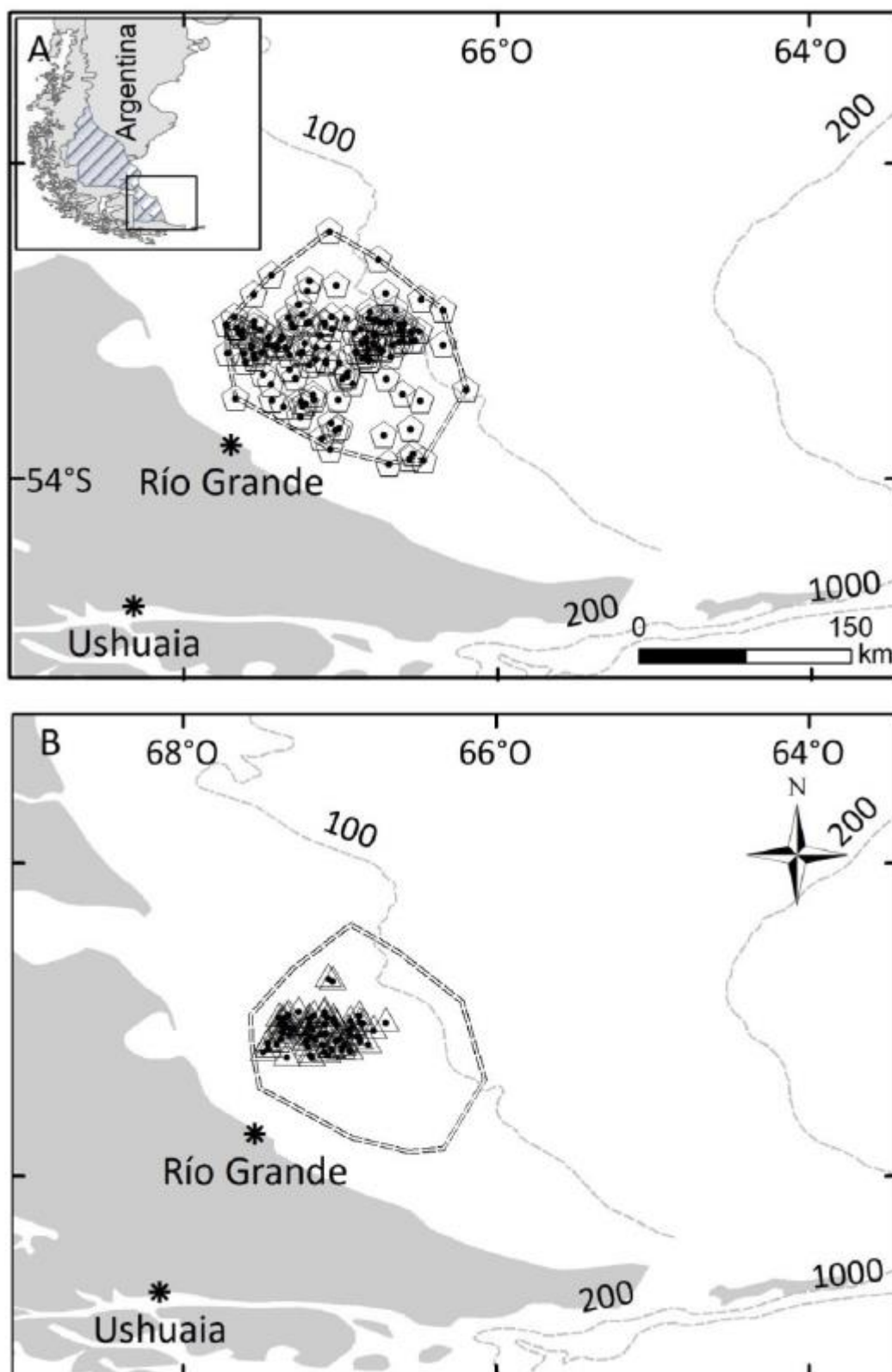


Figura 15. Distribución de la abundancia total de aves marinas (conteos con presencia de aves) en aguas al este de la Bahía de San Sebastián, entre 21 de agosto al 6 de noviembre de 2012, durante la prospección de un buque sísmico durante momentos sin actividad de exploración sísmica. Cada marca representa un conteo individual. La doble línea punteada representa el límite exterior del área prospectada. Fuente: Seco Pon et al 2019.

Cristina Goyenechea

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

5.6.2 Otros posibles efectos vinculados con el proyecto

Como se mencionó anteriormente, si bien hay una gran carencia de estudios relacionados con la audición subacuática de las aves marinas, en particular los vinculados con los efectos de las prospecciones sísmicas, 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). Como se mencionó, 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 (Bourne 1979).

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

5.6.3 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto es muy importante como área de alimentación para las aves marinas durante todo el año y también como área de paso para migradores interhemisféricos. Sin embargo, las especies presentes no se reproducen en alta mar, teniendo sus lugares de nidificación y crianza a cientos o miles de kilómetros de sus áreas de alimentación, por lo cual el área de proyecto se considera con sensibilidad media durante todo el año.

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 estudio 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.

Otro efecto potencial sobre la avifauna marina es el riesgo de que los individuos queden enganchados en los equipos de arrastre o colisionen con los barcos, en particular 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 estudio la pardela cabeza negra que se caracteriza por ser seguidora de los barcos. No obstante este impacto podrá darse de manera muy localizada alrededor del buque. Asimismo, estas interferencias se podrán ver minimizadas al disminuir la iluminación externa de los buques (dentro de los límites que garantizan la seguridad de la navegación y de los buques, y de las operaciones en cubierta); y al reducir la iluminación destinada a la inspección nocturna de las fuentes de sonido. Estas inspecciones pueden requerirse eventualmente durante las horas nocturnas para el control de los equipos, e implican principalmente el uso de reflectores en la popa del buque que se enfocan hacia la fuente de sonido.



Como tercer efecto, podría existir la afectación de las aves por el vuelo del helicóptero que puede llegar a utilizarse en el caso que se presente una emergencia de evacuación. La operación del helicóptero puede afectar a la avifauna tanto por la generación de ruidos como por la colisión de las mismas contra la aeronave. 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.

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 el área de proyecto tiene una sensibilidad intermedia dado que se encuentra alejada de los sitios de nidificación y crianza de aves marinas. Se considera la afectación de solo una porción de un área de alimentación que es mucho más amplia, por lo que se califica como un impacto de alcance, a lo sumo, parcial. De momento inmediato ya que el desarrollo de las acciones de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico, y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido. A su vez se trataría de un efecto directo, periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y a su vez mitigable considerando que existen medidas mitigatorias a adoptar tanto en lo que respecta a la emisión de las actividades de prospección (arranque suave) y a la operación nocturna de los buques (reducción de la iluminación). Todo esto hace que la significación del impacto del proyecto sobre la avifauna sea moderada.

5.7 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS

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

Como se mencionó anteriormente, la zona de operación y de influencia directa del proyecto no afecta de manera directa ningún área protegida declarada o propuesta por lo cual se ha descartado una afectación sobre este componente. De todos modos, se destaca por su cercanía la futura área marina protegida Frente del Talud (FT), y el AICA candidata Aguas del Talud Patagonia Norte, localizadas a unos 30 km de la zona de prospección. Al respecto, es dable señalar que no se esperan impactos directos sobre estas zonas costeras según los resultados de los modelos acústicos que se presentaron en el Capítulo 6, en tanto que las potenciales afectaciones sobre las especies objeto de conservación de estas áreas han sido evaluadas anteriormente.



5.8 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS PESQUERÍAS

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

Peces

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

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

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



Por su parte Engås et al. (1996) analizaron los efectos de las sísmicas en dos pesquerías importantes que sufrieron un 45% reducción porcentual en el número de peces durante la descarga de los impulsos sonoros y una reducción del 64% una vez culminados los mismos. Las tasas de captura dentro del área de adquisición sísmica disminuyeron un 68% durante el relevamiento; en las zonas circundante las capturas también fueron significativamente menos 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 (Figura 16).

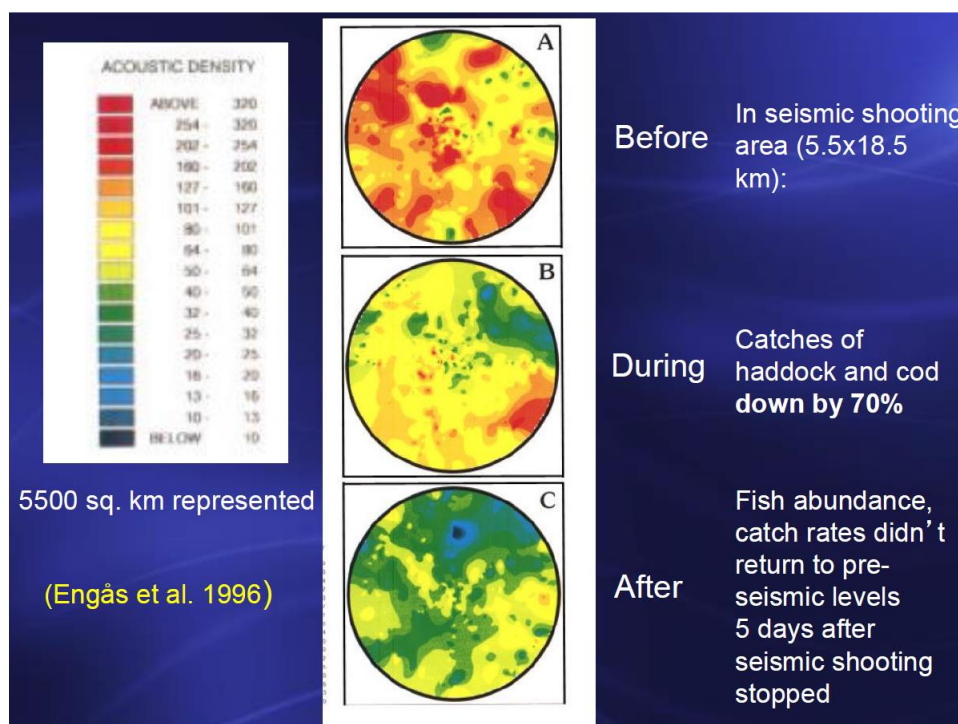


Figura 16. Evaluación de impactos antes, durante y después de realizar descargas de fuentes sísmicas sobre dos pesquerías (tomado de Engås et al. 1996)

Cristina Goyenechea

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

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

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



Otros estudios mostraron reducción de las tasas de captura del 40% al 80% y la disminución de la abundancia cerca de la zona sísmica en especies como el eglefino, el pez roca, el arenque, el lanzón y la bacaladilla (Dalen y Knutsen 1987; Løkkeborg 1991; Skalski et al. 1992; Engåset 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 la Tabla 36 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 dB1μPa RMS y a distancia por lo general menores a 10 km.



Tabla 36. Valores de emisión, recepción y efectos observados en diferentes especies (tomado de Russel (2018))

Effect Type	Source levels (dB@1m)	Meters from source	Received levels (dB)	Results	Reference
Physical Effects					
Mortality	226 ¹	2	220 ²	Some cod and plaice died within 48 hrs; internal injuries reported. No controls to test for significance.	Matishov (1992)
	20 cui (2000 psi)	1	234	One salmon died (n=10) 60 hours after exposure; however, no external aberrations or internal hemorrhaging were observed. Subsequent reports make no mention of this fatality.	Weinhold and Weaver (1972)
Physical damage	230 ¹	0.6-1.5	226-234 ²	Swim bladder damage in 2 arctic cisco (n=14).	Falk and Lawrence (1973)
		~3	234 (p-p)	Swim bladders damaged in 73% of exposed adult anchovy as compared to 11% of controls (p=0.01).	Holliday et al. (1987)
	220- 240 ¹	0.5	226-246 ²	Half of exposed fish suffered damage to blood cells or internal bleeding. Eye injuries also reported.	Koshleva (1992)
	226 ¹	4	214 ²	Blindness in cod and plaice. No controls used.	Matishov (1992)
	222.6 (p-p)	5-800	< 212	Significant damage to sensory epithelia (ablated ear cells) in pink snapper examined 58 days after exposure. No mortality.	McCauley et al. (2003)
	20 cui (2000 psi)	10	208	Dislocated tissue within swim bladder of one salmon (n=10). This result is not mentioned subsequently and may have been discarded as unrelated to airgun exposure.	Weinhold and Weaver (1972)
	240 cui (2000 psi)	1	241	Damaged operculum in one salmon (n=10). This was considered to be unrelated to exposure as missing tissue did not appear to be of recent removal.	
Hearing loss	202	13, 17	205-210	Statistically significant hearing loss immediately upon exposure of adult northern pike to 5 pulses at 400 Hz and exposure of lake chub to 5 and 20 pulses at 200, 400 and 1600 Hz. Recovery within 18 hrs.	Popper et al. (2005)
No hearing loss	202	13, 17	205-210	No hearing differences between exposed and control broad whitefish or juvenile northern pike.	
No physical damage	256 (o-p)	180	210 ³	No physical damage observed in European sea bass.	Santulli et al. (1999)
	230 ¹	3.0-3.4	219-220 ²	Stress observed in 2-15 arctic cisco but no overt signs of physical damage.	Falk and Lawrence (1973)
		~3	215-222 (p-p)	Healthy ("groomed") anchovy exhibited no swim bladder damage at these levels. Results are not considered statistically significant.	Holliday et al. (1987)
	222, 231	1-10	202-231 ²	No mortality of cod fry observed.	Dalen and Knutsen (1987)
	202	13, 17	205-210	No mortality of fish held for 24 hours after exposure. No obvious morphological damage to swim bladder, eyes, gills or other organs.	Popper et al. (2005)



	220- 240 ¹	1	220-240 ²	No acute effects observed at this distance.	Koshleva (1992)
Physiological Effects					
Change in physio- logical measures	256 (o-p)	180- 6500	194-210 ³	Increase in sea bass serum cortisol, glucose and lactate immediately after exposure with recovery in 72 hrs. Decrease in serum adenylates. Muscle and liver cortisol increased initially but returned to normal in 72 hrs. Glucose and lactate levels in liver increased over 6 hrs. Glucose and lactate levels in muscle increased from 6-72 hrs. Camp in muscle and liver increased over 72 hours with no return to pre-exposure levels.	Santulli et al. (1999)
No effect		200- 9800	146-195 (rms)	No statistically significant stress increases which could be directly attributed to airgun exposure.	McCauley et al. (2000)
Behavioural Effects					
Startle response	256 (o-p)	180- 2500	199-210 ³	Startle response from European sea bass starting when vessel approached within 2500 m, return to pre-exposure behaviour when vessel passed to 1 nm.	Santulli et al. (1999)
	223 (o-p)		200-205	Startle response by black and olive rockfish.	Pearson et al. (1992)
		5.3-195	195-218	Startle (c-start) reaction of pollock to all airgun shots.	Wardle et al. (2001)

			182-195 (rms)	Persistent startle (c-start) response in all trials. Greater response in small fish.	McCauley et al. (2000)
Change in vertical	220 ¹	< 55	~185 ² at 55 m	Downward movement of whiting to form compact layer at 55 m.	Chapman and Hawkins (1969)

position	223 (o-p)	~82- 183	186-191	Decrease in average rockfish aggregation height.	Skalski et al. (1992)
	249.9	100- 300	200-210	Statistically significant reduction in echo sounder abundance of demersal fish (36% reduction); fish presumably forced to bottom since catch rates increased by 34 and 290%.	Dalen and Knutsen (1987)
	222.6	20, 50	197, 189 ²	Blue whiting and mesopelagics descended in water column (20 and 50 m deeper respectively).	Slotte et al. (2004)
	223 (o-p)		177-180	Black rockfish schools collapsed to bottom when airgun started. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min.	Pearson et al. (1992)
	223 (o-p)		186-199	Vermillion and olive rockfish either rose in water column and eddied at increased speed or moved closer to bottom and became almost motionless. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min.	

			>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)

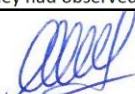


				Presumed to have migrated out of area (100-300 m water depth).	
Change in swimming behaviour			156-161 (rms)	Faster swimming and formation of tight groups.	McCauley et al. (2000)
	256	180	210 ³	Sea bass bunched in the center of the enclosure with random orientation and increased swimming speed. Recovery 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.					

Pesquerías de invertebrados

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

En el caso de las tasas de captura de cangrejos de nieve en los bancos de Terranova durante un estudio de efectos de los estudios sísmicos 2D no se apreció cambios en las tasas de captura (Morris et al. 2018). No se registraron reducción en las tasas de captura de camarones pardos (Webb y Kempf 1998), langostinos (Steffe & Murphy 1992, en McCauley, 1994) o langostas de roca (Parry & 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 (2003) identificó que las capturas de cangrejo de nieve posteriores a la sísmica eran superiores a las capturas anteriores a la sísmica, pero esto fue probablemente debido a factores físicos, biológicos o de comportamiento no relacionados con la fuente sísmica. Concluyeron que no hubo una relación significativa entre la captura y la distancia de la fuente sísmica (niveles recibidos 197-237 dB re 1 μ Pa (p-p)). En un estudio realizado en la Isla de Man, Brand y Wilson (1996) evaluaron el efecto de la sísmica en estudios en el campo comparando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) a largo plazo de las vieiras comerciales con la CPUE después de un estudio sísmico. No encontraron evidencia de que los estudios sísmicos afectaran la CPUE de las vieiras y en cambio, atribuyó una disminución (coincidente con un estudio sísmico 3D) a dos años de reclutamiento deficiente antes del estudio sísmico. En un estudio realizado por el Instituto de Investigación Marina y de Agua Dulce de Victoria (MAFRI), los efectos del ruido sísmico se midieron comparando la mortalidad y la fuerza del músculo aductor de vieiras desplegadas en una zona expuesta a los pases de un buque de reconocimiento que remolca un conjunto de 24 fuentes de aire comprimido en funcionamiento, con los que se encuentran en una zona de control a 20 km de la zona de ensayo (Parry et al. 2002). En este estudio se constató que la tasa de mortalidad y la fuerza del músculo aductor de las vieiras suspendidas en la columna de agua y expuestas a las emisiones del cañón (a una distancia mínima de 11,7 m) no era significativamente diferente de los controles.



5.8.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, las tareas de prospección sísmica pueden incidir sobre las pesquerías tanto por la afectación de los impulsos sísmicos sobre las especies de interés pesquero, como 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.

El impacto sobre el rendimiento de la actividad pesquera en el área de adquisición sísmica podría darse como resultado indirecto de la afectación del proyecto sobre la fauna ictícola y de invertebrados siendo que, como se ha evaluado anteriormente, dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, como se señaló más arriba la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aun de conclusiones firmes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, algunos autores sugieren que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí. Al respecto, el área operativa del proyecto posee solo una relación marginal con las áreas de pesca. De por sí, la zona en estudio soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual. Allí el esfuerzo pesquero se concentra fundamentalmente durante el otoño e invierno en el sector del frente del talud, el cual se encuentra a 30 km de la zona de prospección (donde operará efectivamente el arreglo sísmico) y a 17 km del área operativa. En este sentido, la sensibilidad de la actividad de los buques pesqueros se considera de baja intensidad, es decir que la interferencia de las operaciones sísmicas con estas actividades se estima baja. En todo caso, las fechas más convenientes para los trabajos de sísmica desde el punto de vista de las pesquerías, y para evitar potenciales interferencias, deberían focalizarse en verano.

En las inmediaciones del área de estudio, las principales especies de interés pesquero son la merluza, la merluza de cola, el abadejo, el bacalao austral, la merluza negra, la polaca y el calamar. No obstante el área de influencia directa del estudio no tiene importancia como área de cría de ninguna de estas especies, ni se reconoce que su área de reproducción se superponga con el proyecto. Por su parte, si bien en el área de influencia indirecta del proyecto se registran larvas de calamar, su afectación estaría sujeta a que las condiciones oceanográficas produzcan la deriva de las larvas (y huevos) a la zona del proyecto. Y en todo caso, el impacto se limitaría, a su vez, a la cercanía del arreglo (5 m) como se evaluó previamente.



De acuerdo con la metodología de valoración de impactos ambientales propuesta, considerando la baja sensibilidad de las pesquerías en la zona de proyecto, el impacto en relación a la interferencia de las actividades de la flota pesquera se estima con baja intensidad. Asimismo, desde el punto de vista de la afectación de las especies de interés comercial, se debe remarcar que ninguna de estas especies se reproduce o cría en la zona del proyecto y en líneas generales las especies identificadas en el área poseen una amplia distribución, siendo algunas incluso frecuentes en el talud y la plataforma. En todo caso, teniendo en cuenta que los antecedentes revisados señalan que los peces adultos reaccionan a las operaciones sísmicas a distancias que alcanzarían en algunos casos los 30 – 33 km, y que el esfuerzo pesquero se concentra en el sector del frente del talud, siendo muy importante durante el otoño e invierno, las operaciones sísmicas en el sector oeste del área de proyecto más próximo a dicho frente, podrían tener alguna incidencia sobre las pesquerías en el caso en que coincidan temporalmente. En este sentido, en forma precautoria, considerando la sensibilidad de las pesquerías en el periodo pico de la actividad (otoño-invierno), se califica como un impacto de moderada intensidad, al contemplar el caso extremo en el que se produzca alguna alteración transitoria de las tasas de captura durante la ejecución de las tareas sísmicas.

No obstante, es dable señalar que el área de estudio presenta igualmente un muy bajo esfuerzo de pesca. La extensión se considera parcial teniendo en cuenta que la zona de proyecto representa solo una porción marginal de la amplia área en que se distribuyen las pesquerías en la región, y solo el sector oeste de las zonas de adquisición tiene cierta cercanía con el frente del talud. El momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. 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 moderada. Considerando la situación más desfavorable que se daría en el caso que las prospecciones en la margen oeste del área de adquisición más cercana al frente del talud se realicen en otoño o invierno, la importancia del impacto de la adquisición sísmica sobre las pesquerías resulta moderada. De acuerdo a lo antedicho, y desde el punto de vista de las pesquerías, sería recomendable planificar las operaciones para que las zonas de adquisición más próximas al frente del talud (margen oeste) se registren fuera del periodo de otoño-invierno (pico de la actividad pesquera), preferiblemente en la temporada de verano.

5.9 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE EL TRÁNSITO MARÍTIMO Y EL FUNCIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

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

Como ya se ha mencionado, en las inmediaciones del área de influencia del proyecto se registra actividad pesquera, con presencia principalmente de flota fresca de altura y buques congeladores arrastreros. No obstante, debido a las distancias del área de exploración a la costa, la actividad de los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no será interferida por las operaciones de prospección. En particular, para el área operativa del proyecto se observa una relación marginal con las zonas pesqueras, siendo que el esfuerzo pesquero se concentra fundamentalmente en el sector del frente del talud, el cual se localiza a 30 km de la zona de prospección y a 17 km del área operativa. De todas formas, cabe señalar que el área de estudio soporta un muy bajo esfuerzo de pesca.



En cuanto a la navegación de cabotaje uruguayo o desde ese país hacia Buenos Aires, la misma 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 lo cual, aquellos 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.

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

En lo que respecta a la infraestructura, 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. Es dable señalar que el área operativa del proyecto se encuentra a 400 km aproximadamente al Sur del cable subacuático "Atlantis-2", el cual resulta ser el más austral de ocho cables presentes en la ZEE de Argentina.

Como se mencionó anteriormente, la zona de estudio aun no fue desarrollada en términos de explotación petrolera, por lo que no cuenta con pozos de hidrocarburos, ductos o áreas de concesión, más allá de las áreas que fueron licitadas.

5.10 OTROS IMPACTOS POTENCIALES

Otro impacto ambiental potencial que se deriva del proyecto es el relacionado con contingencias en la disposición de residuos y con el riesgo inherente a derrames accidentales. 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; y
- Pérdida de MGO (gas oil marino -diesel-) durante las operaciones de reabastecimiento de combustible del buque sísmico, como resultado de una falla en la conexión de la manguera.



El tamaño de los posibles derrames de hidrocarburos (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 naviera). 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.

En el peor de los casos el volumen de MGO derramado durante las operaciones de reabastecimiento sería de 125 litros, debido a la pérdida total del contenido de la manguera de transferencia (por ejemplo, una manguera de 3" de 28 m de longitud). 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. El MGO es un destilado de petróleo ligero que sufre una rápida dispersión y evaporación.

Por otra parte, 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 (en general de 200 m³) y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. 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. 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. 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 posible sería del orden de los 200 m³. 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 arreglo 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).

Los posibles efectos de un derrame de hidrocarburos en el medio marino varían significativamente en función de factores como el viento y las corrientes en el momento de la liberación, y de las acciones de respuesta. En aguas abiertas, donde se realizarán la mayoría de las actividades de prospección, 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.



El riesgo de contaminación de aguas marinas puede presentarse por derrame de combustibles, vertimiento y la disposición inadecuada de los residuos en las aguas marinas. De producirse el impacto sobre el agua marina, se afectaría la calidad del agua y de los sedimentos y la fauna acuática. El riesgo asociado a las actividades del proyecto será minimizado mediante el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales para el manejo de residuos y sustancias peligrosas. Asimismo, las embarcaciones, sólo transportarán el combustible necesario para su funcionamiento (almacenados en compartimientos especialmente diseñados y acondicionados de acuerdo a su fabricación). También es dable señalar que se exigirá a la contratista encargada de la prospección el uso de cables sísmicos (streamers) del tipo sólido y de alimentación eléctrica desde el barco. Con esto se evitan los posibles derrames de aceite y kerosene que los streamer no sólidos contienen como relleno.

Los buques que formen parte del proyecto deberán contar con un Programa de Gestión de Residuos donde se especifiquen los procedimientos de segregación, clasificación, acopio, tratamiento y disposición final de los residuos generados a bordo como resultado de las acciones de prospección y las ordinarias de navegación, de manera tal de minimizar la posibilidad de ocurrencia de impactos ambientales derivados del manejo deficiente de residuos y sus derivados. El programa mencionado se deberá presentar conjuntamente con el Plan de Contingencias a la Autoridad de Competencia (Prefectura Naval Argentina).

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

Por otro lado, dado que el buque sísmico con sus líneas de hidrófonos, abarcan un área marítima considerable, existe un riesgo de interferencia con la navegación de otras embarcaciones, que deberá ser manejado aplicando las medidas de prevención de accidentes más adecuadas, conforme se indica en el punto sobre medidas de mitigación.

En cuanto a la calidad del aire, 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. La operación de las embarcaciones no afectará las condiciones atmosféricas en el área de influencia del proyecto, debido a que las emisiones que se generarán se dispersarán rápidamente en la atmósfera por la acción del viento, sin generar efectos ambientales sobre los componentes del medio. Estas emisiones atmosféricas también implican una contribución a las emisiones de GEI (aunque muy pequeña). Según la estimación de emisiones realizada en el Capítulo 4 de este estudio, las actividades de adquisición sísmica generarán 41.181 toneladas de gases equivalentes a CO₂ en total (o lo que es lo mismo 0,041 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 BUR⁵ elaborado en 2018-2019 (SAyDS, 2019), se considera que el impacto del proyecto en las emisiones de GEI no es significativo. La medida de mitigación es el mantenimiento adecuado y constante de las maquinarias y motores.

Además de los sonidos sísmicos, la única fuente adicional de ruido, será el funcionamiento de las embarcaciones o de los helicópteros en caso de ser necesaria su operación en una situación contingente. El desplazamiento del barco sísmico generará ruidos por el funcionamiento de los motores, localizado en la sala de máquinas. Los efectos del ruido sobre el personal, podrían ser de moderada magnitud para los encargados del mantenimiento de los motores, si no se adoptaran las medidas de mitigación y protección auditivas habituales en este tipo de embarcaciones.

⁵ Informe Bienal de Actualización



Durante la ejecución del relevamiento existe un riesgo para la salud y seguridad del personal laboral, asociado a contraer alguna enfermedad o la ocurrencia de algún accidente durante las operaciones del proyecto. Estos riesgos pueden materializarse de no cumplirse los procedimientos y normas de seguridad o prevención establecidas para este tipo de proyectos. La posibilidad de este impacto se considera como de muy baja probabilidad, pequeña magnitud, corta duración, lo que implica calificarlo como de baja significación.

Si bien la posibilidad de ocurrencia de enfermedades es latente, por la influencia del medio acuático, para minimizar los riesgos se deben aplicar buenas prácticas de seguridad e higiene dentro de las embarcaciones. El impacto ha sido calificado muy poco significativo, indirecto, de pequeña magnitud, puntual y de baja probabilidad de ocurrencia.

Las tareas de prospección sísmica propiamente dichas, así como de las actividades de apoyo necesarias generarán un impacto positivo sobre la economía local principalmente asociado a la demanda de mano de obra. Debido a la cantidad y calificación del personal requerido para el proyecto y el plazo de desarrollo del mismo, el impacto sobre las actividades económicas será de poca relevancia.

6 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia). Esta metodología integra en la cuantificación de los impactos los atributos de magnitud, temporalidad, sinergia y acumulación, entre otros, cumpliendo con lo requerido en el Anexo IV de la Resolución Conjunta 3/19 de las Secretarías de Gobierno de Energía y de Ambiente.

Los impactos se califican según su signo (positivo, negativo, neutro), intensidad (mínima o nula, baja, moderada, buena/óptima o severa/crítica), extensión (puntual, difusa), persistencia (permanente, transitoria), 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. Según esa variación, los impactos han sido clasificados en seis categorías de acuerdo a la significación obtenida en la valoración.



Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
1 a 24	Bajo	-1 a -24	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
≥ 50	Alto / Relevante	≤ -50	Alto / Crítico

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).

6.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Las columnas representan las acciones del proyecto que fueron identificadas como potenciales modificadores de los diferentes factores ambientales. Las filas, por su parte, corresponden a los mencionados factores ambientales. Luego de la evaluación, se presenta la Matriz Resumen de Impacto Ambiental con las interacciones entre acciones y factores de los potenciales impactos ambientales identificados y la valoración final obtenida.



Tabla 37. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114														
Acción	Medio	Factor Ambiental	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)
Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	-	1	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-23
		Aire	-	1	2	4	1	1	2	1	4	2	2	-24
Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	-	1	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-23
		Aire	-	1	2	4	1	1	2	1	4	2	2	-24
	Biótico	Mamíferos marinos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-21
		Peces y cefalópodos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-21
		Tortugas marinas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-21
		Aves marinas	-	1	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-24
	Antrópico	Tránsito marítimo	-	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23
Ejecución de las tareas de prospección sísmica	Biótico	Mamíferos marinos	-	4	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-38
		Peces y cefalópodos	-	2	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-32
		Tortugas marinas	-	4	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-38
		Aves marinas	-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	4	-29
		Bentos y plancton	-	2	1	4	2	1	1	1	4	2	1	-24
		Áreas sensibles y protegidas												(1)
	Antrópico	Actividad pesquera	-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-27
		Tránsito marítimo	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20
		Infraestructura												(1)
Contingencias	Físico	Agua superficial	-	4	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-33
		Aire	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	2	-22
	Biótico	Mamíferos marinos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	4	-39
		Peces y cefalópodos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	4	-39
		Tortugas marinas	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	4	-39
		Aves marinas	-	4	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-36
		Bentos y plancton	-	4	1	4	2	2	1	1	4	2	4	-34
		Áreas sensibles y protegidas												(1)
	Antrópico	Actividad pesquera	-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-27
		Tránsito marítimo	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23
		Infraestructura												(1)
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	0	1	1	2	2	1	1	1	1	2	16	

Notas:

(1) Los impactos fueron tratados y descartados en el texto de evaluación de impactos

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
1 a 24	Bajo	-1 a -24	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
≥ 50	Alto / Relevante	≤ -50	Alto / Crítico



Tabla 38. Matriz resumen

COMPONENTES AMBIENTALES ACCIONES		MEDIO FÍSICO		MEDIO BIÓTICO						MEDIO ANTRÓPICO			
		Agua superficial	Aire	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Tortugas marinas	Aves marinas	Bentos y plancton	Áreas sensibles y protegidas	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura	Actividades económicas
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114	Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	-23	-24										
	Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	-23	-24	-21	-21	-21	-24				-23		
	Ejecución de las tareas de prospección sísmica			-38	-32	-38	-29	-24	(1)	-27	-20	(1)	
	Contingencias	-33	-22	-39	-39	-39	-36	-34	(1)	-27	-23	(1)	
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios												16

Notas:

(1) Los impactos fueron tratados y descartados en el texto de evaluación de impactos

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
1 a 24	Bajo	-1 a -24	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
≥ 50	Alto / Relevante	≤ -50	Alto / Crítico



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

7 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se presente la matriz resumen de impactos ambientales considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos significativos del proyecto (Capítulo 8).

Tabla 39. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114					
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS <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 	Despreciable
		Aire	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS <ul style="list-style-type: none"> - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL 	Despreciable
Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS <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 	Despreciable
		Aire	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS <ul style="list-style-type: none"> - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL 	Despreciable
	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Bajo
		Peces y cefalópodos	Bajo	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Bajo
		Tortugas marinas	Bajo	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Bajo

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114					
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
Ejecución de las tareas de proyección sísmica	Antrópico	Aves marinas	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Bajo
		Tránsito marítimo	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos, tortugas y aves marinas • PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL (Avistaje de fauna marina)	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos, tortugas y aves marinas	Bajo
		Tortugas marinas	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos, tortugas y aves marinas - Boyas terminales equipadas con protectores de tortugas marinas • PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL (Avistaje de fauna marina)	Bajo
		Aves marinas	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos, tortugas y aves marinas - Prevención para avifauna • PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL (Avistaje de fauna marina)	Bajo
		Bentos y plancton	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES, AVES Y TORTUGAS MARINAS	Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Moderado
		Tránsito marítimo	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114					
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		Infraestructura	Se descartó un impacto sobre este factor		Se descartó un impacto sobre este factor
Contingencias	Físico	Agua superficial	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Aire	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo



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

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114					
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
		Tortugas marinas	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Aves marinas	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Bentos y plancton	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor		Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - 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 PLAN DE CONTINGENCIAS 	Bajo
		Tránsito marítimo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN 	Bajo
		Infraestructura	Se descartó un impacto sobre este factor		Se descartó un impacto sobre este factor
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	Bajo		Bajo

8 **IMPACTOS ACUMULATIVOS**

Si bien un impacto puede ser relativamente pequeño cuando se considera el proyecto o actividad por sí solo, este puede ser magnificado en combinación con los impactos de otros proyectos y actividades; estos efectos combinados se conocen como impactos "acumulativos".

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.
2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas CAN 100-108 y CAN 114 en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

Los primeros han sido evaluados como parte del punto anterior dado que, por un lado, la metodología adoptada (Conesa, 1997) considera particularmente este aspecto de los impactos; y por el otro, el proyecto considera un único foco de actuación, dado por el buque sísmico y su arreglo, y las embarcaciones de apoyo, los que irán cubriendo con su traslado ambos polígonos a prospectar.

En este sentido, este punto del estudio se concentra en los segundos, los relacionados con la potencial interacción del proyecto con otras actividades o proyectos dentro del área de influencia.

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.

A continuación se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 con potencial de producir impactos acumulativos.

1 - Como se puede observar en las figuras a continuación, existen bloques linderos a las áreas de adquisición bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. El área CAN 100-108 linda con los bloques CAN 105, 106, 107, 109 y 110; en tanto que el área CAN 114 colinda con los bloques CAN 111, 112 y 113. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques CAN 105, 106, 110 y 112 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas áreas. Las áreas CAN 107 y 109 fueron adjudicadas al grupo Shell Argentina S.A. y Qatar Petroleum International Limited, y las áreas CAN 111 y 113 al grupo Total Austral S.A. y BP Exploration Operating Company Limited. Lo antedicho permitiría descartar la posibilidad de que se lleven tareas de prospección con superposición temporal en las áreas adyacentes CAN 105, 106, 110 y 112 (hasta tanto no sean concesionadas). No obstante, dado que se desconoce cuales son los planes de exploración en las áreas CAN 107, 109, 111 y 113, no se puede afirmar que la potencial prospección pueda superponerse temporal o espacialmente con la campaña de adquisición de datos prevista por EQUINOR en las áreas CAN 100-108 y CAN 114. En todo caso, este análisis parecería corresponder a la autoridad de aplicación, quien podrá tener a su vez una perspectiva a una escala más amplia e integral.

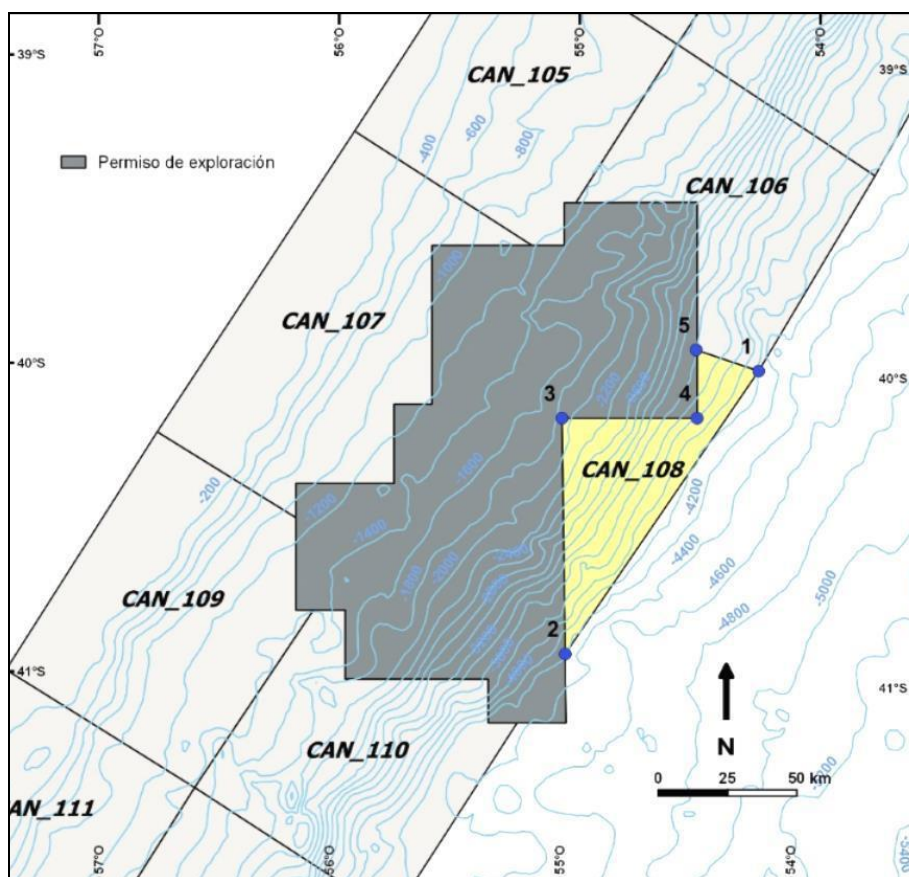


Figura 17. Bloques linderos al área CAN 108 (y CAN 100 en color gris) concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1



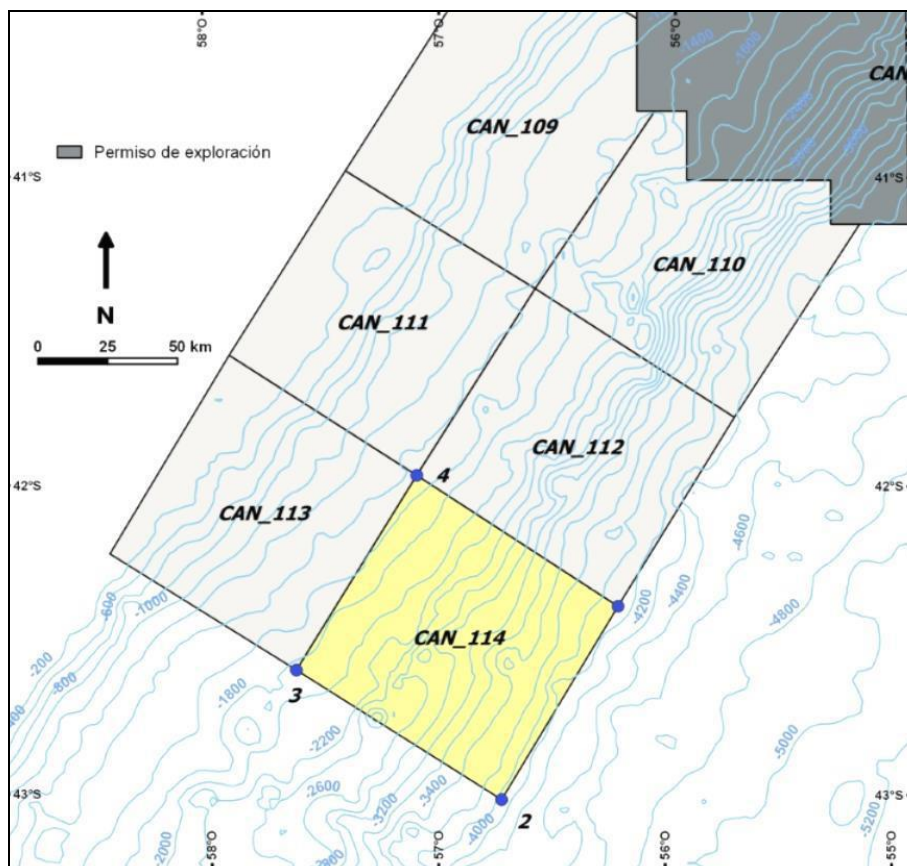


Figura 18. Bloques linderos al área CAN 114 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1

2 – Como se mencionó anteriormente, la interacción del proyecto con áreas costeras está básicamente limitada 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 recala de otra navegación. Dada la escasa relevancia de este aspecto del proyecto, se descarta que posea un efecto acumulativo.



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

3 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, dado que el proyecto prevé la implementación de un protocolo de arranque suave al comienzo de cada línea de adquisición de datos que permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies de las áreas de alimentación y de las de áreas de desove de aquellas especies que se superponen con la zona de proyecto. Si bien el área de proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes, y no se puede destacar que coincida con el área de reproducción de alguna de las especies de otros ordenes dado que no se cuenta con información; ninguno de estos grupos es objeto de pesquerías. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca, el área de estudio puede considerarse en líneas generales marginal para las pesquerías. Esta actividad se vuelve muy importante durante los periodos de otoño e invierno en la zona del frente del talud que se encuentra a 17 km del área operativa del proyecto, y a 30 km del área de adquisición sísmica (donde efectivamente operará el arreglo sísmico), por lo cual no se superpone espacialmente con el proyecto. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo sobre el grupo de peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Como se mencionó anteriormente, el impacto de las operaciones sísmicas se considera mitigado en la medida posible mediante la aplicación del protocolo de arranque suave asociado al proyecto.

4 – También es de conocimiento que para muchas de las especies de aves, tortugas y mamíferos marinos, la interacción con la actividad pesquera constituye una de las principales amenazas a su supervivencia. Como se ha expuesto a lo largo de este documento, las actividades sísmicas tienen la potencialidad, entre otros efectos, de aumentar la vulnerabilidad de los individuos a las amenazas antropogénicas. Si bien como se ha señalado anteriormente, las actividades pesqueras se realizan a cierta distancia del área de prospección, no se puede descartar la posibilidad de ocurrencia de un impacto acumulativo cuando las actividades coincidan temporalmente, lo que podría suceder particularmente en el otoño e invierno dado que es el periodo donde se concentran las actividades pesqueras en el frente del talud. No obstante, dado que estos efectos podrán darse a nivel individual, y por lo tanto el riesgo para las poblaciones se considera bajo, no se prevé que el impacto acumulativo sobre estos grupos sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. De igual manera que lo mencionado en el punto anterior, el impacto de la actividad sísmica se considera mitigado en la medida posible con la implementación del protocolo de arranque suave.

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

5 – Respecto de las emisiones lumínicas con consecuencias para las aves marinas que se ven atraídas por las luces de los barcos durante la noche, interesa la interacción del proyecto con la flota pesquera, especialmente con la de barcos poteros que para realizar la captura de calamares iluminan fuertemente la superficie del mar durante el periodo nocturno. Si bien en las zonas aledañas a la del proyecto los barcos poteros operan durante mayo a julio, estos lo hacen en el borde de la plataforma por lo cual esta actividad no se superpone con el área del proyecto. Asimismo, es dable señalar que las áreas de exclusión previstas entorno al conjunto del buque sísmico y su arreglo, y el despeje de su trayectoria, garantizan también cierto distanciamiento de las actividades de prospección respecto de otras embarcaciones. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en las aves sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Este impacto podrá ser mitigado en la medida posible mediante la aplicación de las acciones de prevención de impactos sobre la avifauna (disminución de iluminación).

6 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas 2D realizadas previamente en el área de estudio, a partir de lo cual se puede afirmar que en las áreas CAN 100 y CAN 108 se han realizado prospecciones 2D, en tanto que para el área CAN 114 no se registran prospecciones. No obstante, la información obtenida del SIG de la Secretaría de Energía no permite conocer las fechas en que fueron realizadas las mismas. Esto impide realizar el análisis de la perturbación histórica que podría haberse producido sobre los principales receptores marinos a causa de actividades similares que pudieran haberse llevado a cabo en los últimos años (considerándose relevante en todo caso el último periodo de dos años).

7 – Si bien existe la hipótesis de que las actividades sísmicas pueden provocar varamientos, no hay a la fecha pruebas concluyentes sobre que exista una correlación directa. De todos modos, estos fenómenos son aspectos a considerar en las áreas de bajas profundidades y cercanas a la costa, lo cual no es el caso del presente proyecto que se desarrolla en zonas con profundidades entre 1200 y 3900 metros.

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

9 BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR DE SOTO, N., DELORME, N., ATKINS, J., HOWARD, S., WILLIAMS, J. AND JOHNSON, M. 2013. ANTHROPOGENIC NOISE CAUSES BODY MALFORMATIONS AND DELAYS DEVELOPMENT IN MARINE LARVAE. SCIENTIFIC REPORTS 3: 2831
- 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, PP. 47–55.
- 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., 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 S1.1-2013). 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/](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](https://doi.org/10.1590/S0001-37652004000200015)
- BARTOL, S.M., KETTEN, D.R., (2006). TURTLE AND TUNA HEARING. IN: SWIMMER, 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, PP. 98–105.
- BASTIDA, R. Y RODRÍGUEZ, D. (2003). MAMÍFEROS MARINOS DE PATAGONIA Y ANTÁRTIDA. VÁZQUEZ MAZZINI EDITORES, ARGENTINA, ISBN 987-9132-08-04, 206PP.
- BOEGER, W.A., PIE, M.R., OSTRENSKY, A., CARDOSO, M.F., (2006). THE EFFECT OF EXPOSURE TO SEIS-
- BOERTMANN D., TOUGAARD J., JOHANSEN K., MOSBECH A., GUIDELINES TO ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF SEISMIC ACTIVITIES IN GREENLAND WATERS, NATIONAL ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE NERI TECHNICAL REPORT NO. 785 2010
- BOERTMANN, D., TOUGAARD, J., JOHANSEN, K. & 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 NO. 723. <http://www.dmu.dk/Pub/FR723.pdf>
- BOOMAN C, DALEN H, HEIVESTAD H ET AL (1996) EFFEKTER AV LUFTKANONSKYTING PA EGG, LARVER OG YNELL (EFFECTS OF AIRGUN SHOOTING ON EGGS, LARVAE, AND PERSONNEL). HAVFORSKNINGSINSTITUTTET, ISSN 0071–5638.
- BRAND, A. R. Y WILSON, U. A. (1996). SEISMIC SURVEYS AND SCALLOP FISHERIES. UNPUBLISHED REPORT ON THE IMPACT OF A SEISMIC SURVEY ON THE 1994 ISLA OF MAN QUEEN SCALLOP FISHERIES. PORT ERIN MARINE LABORATORY, UNIVERSITY OF LIVERPOOL, PORT ERIN, ISLE OF MAN.
- BRAUN, C.B., GRANDE, T., 2008. EVOLUTION OF PERIPHERAL MECHANISMS FOR THE ENHANCEMENT OF SOUND RECEPTION. FISH BIOACOUSTICS 99–144.
- BRAUN, C.B., GRANDE, T., 2008. EVOLUTION OF PERIPHERAL MECHANISMS FOR THE ENHANCEMENT OF SOUND RECEPTION. FISH BIOACOUSTICS 99–144.
- 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 INTERES 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.

CARLSON, T. J., M. C. HASTINGS, AND A. N. POPPER. (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](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. AND 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. PAGES 262-269 IN A. P. FARRELL, EDITOR. ENCYCLOPEDIA OF FISH PHYSIOLOGY: FROM GENOME TO ENVIRONMENT. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO.

CASPER, B.M., HALVORSEN, M.B., POPPER, A.N., (2012A). ARE SHARKS EVEN BOTHERED BY A NOISY ENVIRONMENT? ADV. EXP. MED. BIOL. 739, 93–97.

CASPER, B.M., POPPER, A.N., MATTHEWS, F., CARLSON, T.J., HALVORSEN, M.B., (2012B). RECOVERY OF BAROTRAUMA INJURIES IN CHINOOK SALMON, ONCORHYNCHUS Tshawytscha FROM EXPOSURE TO PILE DRIVING SOUND. PLOS ONE 7, P. E39593

CASTELLOTE, M., CLARK, C.W. AND 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 & LLORENS, C. (2016). REVIEW OF THE EFFECTS OF OFFSHORE SEISMIC SURVEYS IN CETACEANS: ARE MASS STRANDINGS A POSSIBILITY? IN: A.N. POPPER AND A. HAWKINS (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.

CHAPMAN, C., HAWKINS, A., (1969). THE IMPORTANCE OF SOUND IN FISH BEHAVIOUR IN RELATION TO CAPTURE BY TRAWLS. FAO FISHERIES AND AQUACULTURE REPORT (FAO) 62 (3), 717–729.

CHRISTIAN, J.R., MATHIEU, A., THOMPSON D.H., WHITE D., 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., A. MATHIEU, AND R. A. BUCHANAN. 2004. CHRONIC EFFECTS OF SEISMIC ENERGY ON SNOW CRAB (CHIONOECETES OPILIO). ENVIRONMENTAL FUNDS PROJECT NO. 158. FISHERIES AND OCEANS CANADA. CALGARY. 25P.

COOK, S. L., & FORREST, T. G. (2005). SOUNDS PRODUCED BY NESTING LEATHERBACK SEA TURTLES (DERMOCHELYS CORIACEA). HERPETOLOGICAL REVIEW, 36(4), 387–390.

COOMBS, S. Y A. N. POPPER. (1979). HEARING DIFFERENCES AMONG HAWAIIAN SQUIRRELFISH (FAMILY HOLOCENTRIDAE) RELATED TO DIFFERENCES IN THE PERIPHERAL AUDITORY SYSTEM. J. COMP. PHYSIOL. 132A, 203–207.



COURTNEY, A. J., C. M. SPILLMAN, R. T. LEMOS, J. THOMAS, G. M. LEIGH, AND A. B. CAMPBELL. (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.

DALEN J, KNUTSEN GM (1986) SCARING EFFECTS IN FISH AND HARMFUL EFFECTS ON EGGS, LARVAE AND FRY BY OFFSHORE SEISMIC EXPLORATION IN PROGRESS IN UNDERWATER ACOUSTICS (ED. MERKLINGER, H. M.) PLENUM.

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 NO. FO 8504. INSTITUTE OF MARINE RESEARCH. BERGEN, NORWAY.

DALEN, J., ONA, E., SOLDAL, A. V., SÆTRE, R.1996. SEISMIC INVESTIGATIONS AT SEA; AN EVALUATION OF CONSEQUENCES FOR FISH AND FISHERIES. INSTITUTE OF MARINE RESEARCH, FISKEN OG HAVET, 9: 26 PP.

DALEN, J., E. DRAGSUND, AND A. NÆSS (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 MEXICO: 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., R. MCCAULEY, Q. P. FITZGIBBON Y J. M. SEMMENS. (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 E. FRERE. SITIOS CANDIDATOS A AICA MARINAS: ÁREAS COSTERAS Y PELÁGICAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN EL MAR ARGENTINO. TEMAS DE NATURALEZA Y CONSERVACIÓN, MONOGRAFÍA DE AVES ARGENTINAS N° 11. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

DEL HOYO. (2017). HANDBOOK OF THE BIRDS OF THE WORLD ALIVE. [HTTPS://WWW.HBW.COM/SPECIES](https://www.hbw.com/species)

DE RUITER, S.Y LARBI DOUKARA, K. (2012). LOGGERHEAD TURTLES DIVE IN RESPONSE TO AIRGUN SOUND EXPOSURE. ENDANGER. SPECIES RES. 16, 55–63.

DEPARTMENT OF FISHERIES (DOF). (2016). LITERATURE REVIEW OF THE POTENTIAL EFFECTS OF SEISMIC AIR GUN SURVEYS ON MARINE FINFISH AND INVERTEBRATES IN WESTERN AUSTRALIA. DRAFT PREPARED FOR SEISMIC SURVEY ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT.

DFO (FISHERIES AND OCEANS CANADA). (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

DFO (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

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, L. & C.W. CLARKE, (2010). EXPOSURE TO SEISMIC SURVEY ALTERS BLUE WHALE ACOUSTIC COMMUNICATION, BIOL. LETT., 6: 51-54.

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS DEL MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA DEL URUGUAY (DINARA) (2015) EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE PROSPECCIÓN SÍSMICA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL URUGUAYA

DOOLING RJ, LEEK MR, WEST EW. (2009). PREDICTING THE EFFECTS OF MASKING NOISE ON COMMUNICATION DISTANCE IN BIRDS. J. ACOUST. SOC. AM., 125: 2517

DOOLING, R.J., THERRIEN, S.C. 2012. HEARING IN BIRDS: WHAT CHANGES FROM AIR TO WATER. IN: POPPER AN, 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. AND 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, 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, B.J., VICKERS, S.I., ZHANG, J. ET AL. 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 (2020). [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S00227-020-3672-4](https://doi.org/10.1007/S00227-020-3672-4)

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

ENGÅS, A., LØKKEBORG, S. AND SOLDAL, A.V: 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 58 MORHUA) AND HADDOCK (MELANOGRAMMA AEGLEFINUS). – CAN. J. FISH. SCI. 53: 2238-2249

ENGÅS, A., S. LØKKEBORG, E. ONA & A.V. SOLDAL (1996): "EFFECTS OF SEISMIC SHOOTING ON LOCAL ABUNDANCE AND CATCH RATES OF COD (GADUS MORHUA) AND HADDOCK (MELANOGRAMMUS AEGLEFINUS)"; CANADIAN JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC SCIENCES 53: 2238-2249.

ENGÅS, S. Y S. LØKKEBORG. (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 & 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

EZCURRA Y SCHMIDT-PAN AMERICAN ENERGY LLC, (2010). MONITOREO DE POBLACIONES Y COMUNIDADES EPIBENTONICAS 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 MP. (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](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-34072005000100007)



- FERRARA, C.R., MORTIMER, J.A., 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., & TYACK, P. L. 2014. SONAR SIGNALS OF BATS AND TOOTHED WHALES. EN A. SURLYKKE, P. E. NACHTIGALL, R. R. FAY, & A. N. POPPER (EDS.) BIOSONAR (PP. 11-59). NEW YORK: SPRINGER. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/978-1-4614-9146-0_2](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 JJ. (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](https://doi.org/10.1121/1.4927418)
- FINNERAN, J.J., C.E. SCHLUNDT, B.K. BRANSTETTER, J.S. TRICKEY, V. BOWMAN, AND K. JENKINS. (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
- GAUSLAND, I. 2003. SEISMIC SURVEYS IMPACT ON FISH AND FISHERIES. NORWEIGIAN OIL INDUSTRY ASSOCIATION (OLF). 41PP. AVAILABLE AT [HTTP://EBOOKBROWSE.COM/GAUSLAND-2003-SEISMIC- SURVEYS-IMPACTON-FISH-AND-FISHERIES-PDF-D344170381](http://ebookbrowse.com/gausland-2003-seismic-surveys-impacton-fish-and-fisheries-pdf-D344170381).
- GORDON JONATHAN C.D., DOUGLAS GILLESPIE, JOHN POTTER , ALEXANDROS FRANTZIS, MARK P. SIMMONDS AND RENE SWIFT, "THE EFFECTS OF SEISMIC SURVEYS ON MARINE MAMMALS", (2003).
- GORDON, J. C. D., D. GILLESPIE, J. POTTER, A. FRANTZIS, M. P. SIMMONDS AND R. SWIFT (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 A. MANAGEMENT PRESCRIPTIONS. ADELAIDE, SOUTH AUSTRALIA, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, HERITAGE AND ABORIGINAL AFFAIRS: 1-26.
- GRAY, H AND 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 NORTH-EASTERN ATLANTIC AND SEVERE INJURIES IN ARCHITEUTHIS DUX STRANDED AFTER ACOUSTIC EXPLORATION. ICES, 29:1-17
- GUERRA, A., A. F. GONZALEZ, S. PASCUAL Y E. G. DAWE. (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., J. MCALLISTER Y J. M. SEMMENS. (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.
- POPPER, N.A., PLACHTA, D.T.T., MANN, D.A Y HIGGS, D. 2004. RESPONSE OF CLUPEID FISH TO ULTRASOUND: A REVIEW. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE, 61 (7); 1057-1061.
- 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 NO. 43A0139, TASK ORDER
- HAWKINS, A. D. Y POPPER, A. N. (2017). A SOUND APPROACH TO ASSESSING THE IMPACT OF UNDERWATER NOISE ON MARINE FISHES AND INVERTEBRATES. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE, 74(3): 635–651. DOI:10.1093/ICESJMS/FSW205
- HAWKINS, AD AND POPPER. AN. (2016). DEVELOPING SOUND EXPOSURE CRITERIA FOR FISHES. THE EFFECTS OF NOISE ON AQUATIC LIFE II. (SPRINGER: NEW YORK) P 431-439.
- HAWKINS, AD. AND POPPER, A. (2014). ASSESSING THE IMPACTS OF UNDERWATER SOUNDS ON FISHES AND OTHER FORMS OF MARINE LIFE.' ACOUST TODAY 10(2): 30-41.
- HAZEL, J., GYURIS, E. (2006). VESSEL-RELATED MORTALITY OF SEA TURTLES IN QUEENSLAND,

AUSTRALIA. WILD. RES. 33, 149–154.

JACQUES WHITFORD ENVIRONMENT LIMITED, NFS08932, STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT - LAURENTIAN SUBBASIN (DRAFT), MARCH 13, 2003. ADDENDUM FOR PUBLIC REVIEW, SEPTEMBER 2003.

JNCC (2003) GUIDELINES FOR MINIMISING ACOUSTIC DISTURBANCE TO MARINE MAMMALS FROM SEISMIC SURVEYS – DRAFT, JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE, MARINE ADVICE.

JNCC (U.K. JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE), (2010). JNCC GUIDELINES FOR MINIMISING THE RISK OF INJURY AND DISTURBANCE TO MARINE MAMMALS FROM SEISMIC SURVEYS AUGUST 2010. JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE, ABERDEEN, UK.

KAIFU, K., AKAMATSU, T., 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](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.

KETTEN, D. R., & BARTOL, S. M. (2005). FUNCTIONAL MEASURES OF SEA TURTLE HEARING. WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION: ONR AWARD NO: N00014-02-1-0510.

KOSTYUCHENKO, L. (1973). EFFECTS OF ELASTIC WAVES GENERATED IN MARINE SEISMIC PROSPECTING ON FISH EGGS IN THE BLACK SEA. HYDROBIOL. J. 9, 45–48.

LA BELLA, G., CANNATA, S., FROGLIA, 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.

LAVENDER, A.L., BARTOL, S.M., 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 Y A. SALTHAUG. (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.

LØKKEBORG, S., ONA, E., VOLD, A. Y SALTHAUG, A., (2012). SOUNDS FROM SEISMIC AIR GUNS: GEAR-AND M., HAUGLAND, E.K., 2004. INFLUENCE OF SEISMIC SHOOTING ON THE LESSER SANDEEL (AMMODYTES MARINUS). ICES J. MAR. SCI. 61, 1165–1173.

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 & SCHVEZOV N. (2014). EL RECURSO CENTOLLA HOY: UNA PERSPECTIVA CIENTÍFICA DENTRO DE LA PROBLEMÁTICA INTERSECTORIAL. TECHNICAL REPORT DOI: 10.1314021.131.3600.



- MANIWA, Y. 1976. ATTRACTION OF BONY FISH, SQUID AND CRAB BY SOUND. PP. 271-283 IN: A. SCHUIJF & A.D. HAWKINS (ED.) SOUND RECEPTION IN FISH. ELSEVIER, AMSTERDAM.
- MANN, D.A., HIGGS, D.M., TAVOLGA, 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 GR. (2017). THE SENSORY ECOLOGY OF BIRDS. OXFORD AVIAN BIOLOGY SERIES. OXFORD UNIVERSITY PRES. 320 PP. ISBN: 9780199694532.
- MARTIN, G.R. & 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.
- MAYDS (2019). GUÍA PARA LA ELABORACIÓN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- MCCAULEY, R. D., J. FEWTRELL, A. DUNCAN, C. JENNER, M.-N. JENNER, J. D. PENROSE, R. I.T. PRINCE, A. ADHITYA, J. MURDOCH AND K. MCCABE (2000A). MARINE SEISMIC SURVEYS: ANALYSIS AND PROPAGATION OF AIR-GUN SIGNALS; AND EFFECTS OF EXPOSURE ON HUMPBACK WHALES, SEA TURTLES, FISHES AND SQUID. CENTRE FOR MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY PERTH, WA CMST R99-15
- MCCAULEY, R. D., R. DAY, K. SWADLING, Q. FITZGIBBON, R. WATSON AND J. SEMMENS (2017). WIDELY USED MARINE SEISMIC SURVEY AIR GUN OPERATIONS NEGATIVELY IMPACT ZOOPLANKTON
- MCCAULEY, R., J. FEWTRELL, A. J. DUNCAN, C. JENNER, M. JENNER, J. D. PENSROSE, R. I. PRINCIE, A. ADHITYA, J. MURDOCH Y K. MCCAB. (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. AUSTRALIAN PETROLEUM PRODUCTION EXPLORATION ASSOCIATION. PROJECT CMST 163 REPORT R99-15, CENTRE FOR MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY, CURTIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, WESTERN AUSTRALIA 6102.
- 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., FEWTRELL, J., DUNCAN, A.J., JENNER, C., JENNER, M-N, PENROSE, J.D., PRINCE, R.I.T., ADHITYA, A., MURDOCH, J. Y MCCABE, K. 2000. 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](http://CMST.CURTIN.EDU.AU/WP-CONTENT/UPLOADS/SITES/4/2016/05/MCCAULEY-ET-AL-SEISMIC-EFFECTS-2000.PDF)
- MCCAULEY, R.D., J. FEWTRELL, A.J. DUNCAN1, C. JENNER, M-N. JENNER, J.D. PENROSE, R.I.T. PRINCE, A. ADHITYA, J. MURDOCH AND K. MCCABE (2000B). MARINE SEISMIC SURVEYS – A STUDY OF ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. APPEA J 40: 692–706
- MC CAULEY, 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 J. M. SWAN, J. M. NEFF, AND P. C.YOUNG AUSTRALIAN PETROLEUM EXPLORATION ASSOCIATION, SYDNEY, PP. 19–122.
- MELCON M, REYES V Y IÑÍQUEZ M. 2019. BIOACOUSTIC TECHNIQUES APPLIED TO ODONTOCETE CONSERVATION AND MANAGEMENT IN ARGENTINA. EN ROSSI-SANTOS MR, FINKL CW, 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](https://www.springerprofessional.de/en/bioacoustic-techniques-applied-to-odontocete-conservation-and-ma/14209896)
- MILLER, PJO. , JOHNSON, MP MADSEN, PT BIASSONI, N QUERO, M. AND TYACK, PL. 2009. 'USING

AT-SEA EXPERIMENTS TO STUDY THE EFFECTS OF AIRGUNS ON THE FORAGING BEHAVIOUR OF SPERM WHALES IN THE GULF OF MEXICO'. DEEP-SEA RESEARCH 1 56 (7): 1168–1181.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2012). DOCUMENTO TÉCNICO SOBRE IMPACTOS Y MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA MARINA. MADRID. 146 PP

MOEIN-BARTOL ET AL 1999 MOEIN BARTOL, S. AND MUSICK, JA, 2003. SENSORY BIOLOGY OF SEA TURTLES. IN: LUTZ PL, MUSICK JA, WYNEKEN J (EDS) THE BIOLOGY OF SEA TURTLES, VOL 2. CRC PRESS, BOCA RATON, FL: 79–102.

MONTGOMERY, J.C., JEFFS, A., SIMPSON, S.D., MEEKAN, M., TINDLE, C., 2006. SOUND AS AN ORIENTATION CUE FOR THE PELAGIC LARVAE OF REEF FISHES AND DECAPOD CRUSTACEANS. IN: ALAN, J.S., DAVID, W.S. (EDS.), ADVANCES IN MARINE BIOLOGY. ACADEMIC PRESS, PP. 143–196.

MOONEY, ADAM SMITH, OLE NAESBYE LARSEN, KIRSTIN ANDERSON HANSEN, MAGNUS WAHLBERG, MARIANNE H. RASMUSSEN. (2020). FIELD-BASED HEARING MEASUREMENTS OF TWO SEABIRD SPECIES. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 222: JEB190710 DOI: 10.1242/JEB.190710

MOONEY, TA. SMITH, A. LARSEN, ON. HANSEN, KA. WAHLBERG, M. RASMUSSEN, MH. FIELD-BASED HEARING MEASUREMENTS OF TWO SEABIRD SPECIES. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 222. DOI:10.1242/JEB.190710

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., R. DIETZ & NYMAND, J. (2000): PRELIMINARY ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF REGIONAL OFFSHORE SEISMIC SURVEYS IN GREENLAND. ARKTISK MILIJO / ARCTIC ENVIRONMENTAL 2ND ED. NATIONAL ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE, DENMARK. 25 PP. – RESEARCH NOTES FROM NERI NO. 132.

MOULTON , V.D., M. HOLST. 2010. EFFECTS OF SEISMIC SURVEY SOUND ON CETACEANS IN THE NORTHWEST ATLANTIC.ENVIRONMENTAL STUDIES RESEARCH FUNDS REPORT NO. 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](http://www.curtin.edu.au/curtin/centre/cmst/publicat/mccauley_seismic_effects_2000.zip)

MYRBERG, A.A., JR., E. SPANIER & S.J. HA. 1978. TEMPORAL PATTERNING IN ACOUSTICAL COMMUNICATION. PP. 137–179. IN: E.S. REESE & F.J. LIGHTER (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.

NEDWELL J R, NEEDHAM K, TURNPENNY A W H, 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 SE, PINIAK WED, WEIR CR, GODLEY BJ. 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.

PACKARD, A., H. E. KARLSEN Y O. SAND. (1990). LOW FREQUENCY HEARING IN CEPHALOPODS. JOURNAL OF COMPARATIVE PHYSIOLOGY A, 166:501–505.

PARENTE CL, LONTRA, JD Y ARAÚJO, ME DE. (2006). OCCURRENCE OF SEA TURTLES DURING SEISMIC SURVEYS IN NORTHEASTERN BRAZIL. BIOTA NEOTROPICA, 6(1). DOI: 10.1590/S1676-06032006000100004

PARRY, G. D. Y A. GASON. (2006). THE EFFECT OF SEISMIC SURVEYS ON CATCH RATES OF ROCK LOBSTERS IN WESTERN VICTORIA, AUSTRALIA. FISHERIES RESEARCH 79:272-284.

PARRY, G. D., S. HEISLERS, G. F. WERNER, M. D. ASPLIN Y A. GASON. (2002). ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL EFFECTS OF SEISMIC TESTING ON SCALLOP FISHERIES IN BASS STRAIT. MARINE AND FRESHWATER RESOURCES INSTITUTE. REPORT NO. 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., N. O. HANDEGARD Y E. ONA. (2013). FEEDING HERRING SCHOOLS DO NOT REACT TO SEISMIC AIR GUN SURVEYS. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE: JOURNAL DU CONSEIL 70:1174-1180.

PICHEGRU L, NYENGERA R, MCINNES AM & 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. AND LUNNEY M., "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. AND RENDELL, L. 2011. 'MODELLING SPERM WHALE HABITAT PREFERENCE: A NOVEL APPROACH COMBINING TRANSECT AND FOLLOW DATA'. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES. 2011,436: 257–272.

PINIAC, W., ECKERT, S., HARMS, C., 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.

PINIAC, W., MANN, D., ECKERT, S.A., HARMS, C.A., (2012B). AMPHIBIOUS HEARING IN SEA TURTLES. IN: POPPER, A.N., HAWKINS, A.D. (EDS.), THE EFFECTS OF NOISE ON AQUATIC LIFE, PP. 83–87

POPPER, N.A., PLACHTA, D.T.T., MANN, D.A Y HIGGS, D. 2004. RESPONSE OF CLUPEID FISH TO ULTRASOUND: A REVIEW. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE, 61 (7); 1057-1061.

POPPER, A. N. Y R. R. FAY. 1197. EVOLUTION OF THE EAR AND HEARING: ISSUES AND QUESTIONS. BRAIN BEHAV. EVOL. 50,

POPPER, A. N., CARLSON, T. J., HAWKINS, A. D., SOUTHALL, B. L. & 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 TAVOLGA, 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



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

- POPPER, A.N. AND 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., HORCH, K.W., (2001). ACOUSTIC DETECTION AND COMMUNICATION BY DECAPOD CRUSTACEANS. J. COMP. PHYSIOL. A SENS. NEURAL BEHAV. PHYSIOL. 187, 83–89.
- DALEN, J., ONA, E., SOLDAL, A. V., SÆTRE, R. 1996. SEISMIC INVESTIGATIONS AT SEA; AN EVALUATION OF CONSEQUENCES FOR FISH AND FISHERIES. INSTITUTE OF MARINE RESEARCH, FISKEN OG HAVET, 9: 26 PP.
- PORTELA J., ACOSTA J., CRISTOBO J, MUÑOZ A., PARRA, S., IBARROLA T, DEL RIO J.L., VILELA R., RIOS P., BLANCO R., ALMON 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. (2017). TECHNICAL SUPPORT INFORMATION TO THE CMS FAMILY GUIDELINES ON ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS FOR MARINE NOISE-GENERATING ACTIVITIES. CONVENTION ON MIGRATORY SPECIES OF WILD ANIMALS, BONN. ISBN 978-0-646-96011-1
- PRZESLAWSKI, R., BRUCE, B., CARROLL, A., ANDERSON, J., BRADFORD, R., DURRANT, A., EDMUNDS, M., FOSTER, S., HUANG, Z., HURT, L., LANSDELL, M., LEE, K., LEES, C., NICHOLS, P. Y WILLIAMS, S. (2016). MARINE SEISMIC SURVEY IMPACTS ON FISH AND INVERTEBRATES: FINAL REPORT FOR THE GIPPSLAND MARINE ENVIRONMENTAL MONITORING PROJECT. RECORD 2016/35. GEOSCIENCE AUSTRALIA, CANBERRA.
- PUTLAND, R. L. JOHN C. MONTGOMERY Y C. A. RADFORD. 2019. ECOLOGY OF FISH HEARING. (2019). J FISH BIOL., 95:39–52.
- REBOLLEDO, R. (2009). MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL BASADO EN LA VALORACION 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., & 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](http://193.145.71.12/INDEX.PHP/INGENIERIA-CIVIL/ARTICLE/VIEW/28)
- RICHARDSON AJ, MATEAR RJ AND LENTON A (2017) POTENTIAL IMPACTS ON ZOOPLANKTON OF SEISMIC SURVEYS. CSIRO, AUSTRALIA. 34 PP.
- RICHARDSON, W. J., C. R. GREENE JR., C. I. MALME, AND D. H. THOMSON. (1995). MARINE MAMMALS AND NOISE. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO, CA.
- RIDGEWAY, S.H. ET AL. 1969. HEARING IN THE GIANT SEA TURTLE, CHELONIA MYDAS, PROC. NAT. ACAD. SCI. 64: 884.
- ROCHA, F., GUERRA, A. & GONZÁLEZ, A. F. 2001. A REVIEW OF REPRODUCTIVE STRATEGIES IN CEPHALOPODS. BIOLOGICAL REVIEWS, 76:291-304
- RUSSELL, .2018. ASSESSING THE IMPACT OF SEISMIC SURVEYS ON SOUTH AFRICAN FISHERIES. TECHNICAL DOCUMENT ELABORATED FOR THE RESPONSIBLE FISHERIES ALLIANCE
- SABATINI, M.E., ALVAREZ COLOMBO, G.L., 2001. SEASONAL PATTERN OF ZOOPLANKTON BIOMASS IN THE ARGENTINIAN SHELF OFFSOUTHERN PATAGONIA (45–55S). SCIENTIA MARINA 65, 21–31.
- SADÉ J, HANDRICH Y, BERNHEIM J, 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 WH Y MALME CI. (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.

SÆTRE, R., Y ONA, E. 1996. SEISMISKE UNDERSØKELSER OG SKADER PÅ FISKEEGG OG -LARVER; EN VURDERING AV MULIGE EFFEKTER PÅ BESTANDSNIVÅ. HAVFORSKNINGSINSTITUTTET, FISKEN OG HAVET NR. 8–1996. SEISMIC INVESTIGATIONS AND DAMAGE TO FISH EGGS AND LARVAE: AN ASSESSMENT OF POTENTIAL EFFECTS ON THE POPULATION LEVEL.

SECO PON J.P., ROMANELLI J., BAGNATO R., FARIAS N., PEREZ SALLES S., QUESADA G., WEBB J. & HERNANDEZ MM. 2019 AVES MARINAS Y SISMICAS 2D EN ARGENTINA. CONGRESO LATINOAMERICANO DE CIENCIAS DEL MAR. POSTER

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN (2019). INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. RECUPERADO DE [HTTPS://INVENTARIOGEI.AMBIENTE.GOB.AR/FILES/INVENTARIO-NACIONAL-GEI-ARGENTINA.PDF](https://inventariogei.ambiente.gob.ar/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf) EN MAYO DE 2020.

SEKIGUCHI, H., TERAZAWA, T., 1997. STATOCYST OF *JASUS EDWARDSII* PUERULI (CRUSTACEA, PALINURIDAE), WITH A REVIEW OF CRUSTACEAN STATOCYSTS. MAR. FRESHW. RES. 48, 715–720.

SIVLE, L. D., KVADSHEIM, P. H., CURÉ, C., ISOJUNNO, S., WENSVEEN, P. J., LAM, F.-P. A., VISSER, F., KLEIVANE, L., TYACK, P. L., HARRIS, C. M. ET AL. 2015. SEVERITY OF EXPERT-IDENTIFIED BEHAVIOURAL RESPONSES OF HUMPBACK WHALE, MINKE WHALE, AND NORTHERN BOTTLENOSE WHALE TO NAVAL SONAR. AQUAT. MAMM. 41, 469-502. DOI:10.1578/AM.41.4.2015.469

SKALSKI, J.R., PEARSON, W.H. Y MALME, C.I. (1992). EFFECTS OF SOUNDS FROM A GEOPHYSICAL SURVEY DEVICE ON CATCH-PER-UNIT-EFFORT IN A HOOK-AND-LINE FISHERY FOR ROCKFISH (*SEBASTES* spp.). CAN. J. FISH. AQUAT. SCI. 49: 1357–1365.

SLOTTE A., HANSEN K., DALEN J. Y ONA E., (2004). ACOUSTIC MAPPING OF PELAGIC FISH DISTRIBUTION AND ABUNDANCE IN RELATION TO A SEISMIC SHOOTING AREA OFF THE NORWEGIAN WEST COAST. FISH RES 67:143– 150.

SOLAN, M., HAUTON, C., GODBOLD, J.A., WOOD, C.L., LEIGHTON, T.G. Y WHITE, P. (2016). ANTHROPOGENIC SOURCES OF UNDERWATER SOUND CAN MODIFY HOW SEDIMENT-DWELLING INVERTEBRATES MEDIATE ECOSYSTEM PROPERTIES. SCIENTIFIC REPORTS 6:20540. DOI:10.1038/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, M LÓPEZ-BEJAR, M LOMBARTE, A VAN DER SCHAAR, M. Y ANDRÉ, M. 2013. DOES EXPOSURE TO NOISE FROM HUMAN ACTIVITIES COMPROMISE SENSORY INFORMATION FROM CEPHALOPHS STATOCISTS. DEEP SEA RESEARCH PART II: TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY 95, 160–181.

SOUTHALL BL, BOWLES AE, ELLISON WT, FINNERAN J, GENTRY R, GREEN CR KASTAK CR, KETTEN DR, MILLER JH, NACHTIGALL PE, RICHARDSON WJ, THOMAS JA & TYACK PL (2007). MARINE MAMMAL NOISE EXPOSURE CRITERIA. AQUATIC MAMMALS 33.

SOUTHALL BL, FINNERAN JJ, REICHMUTH C, NACHTIGALL PE, KETTEN DR, BOWLES AE, ELLISON WT, NOWACEK DP Y TYACK PK. (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, BL., BOWLES AE., ELLISON WT, FINNERAN J, GENTRY R, GREEN CR, KASTAK CR, KETTEN DR, MILLER JH, NACHTIGALL PE, RICHARDSON WJ, THOMAS JA Y TYACK PL. (2007). MARINE MAMMAL NOISE EXPOSURE CRITERIA. AQUATIC MAMMALS. 33, 411–521. [HTTPS://DOI.ORG/10.1578/AM.33.4.2007.411](https://doi.org/10.1578/AM.33.4.2007.411),

STADLER, J. H., AND D. P. WOODBURY. 2009. ASSESSING THE EFFECTS TO FISHES FROM PILE DRIVING: APPLICATION OF NEW HYDROACOUSTIC CRITERIA. INTER-NOISE (2009), OTTAWA ONTARIO, CANADA. AVAILABLE AT [FTP://167.131.109.8/TECHSERV/GEO-](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 NO. 323.
- STONE, CJ & ML TASKER (2006) THE EFFECTS OF SEISMIC AIRGUNS ON CETACEANS IN UK WATERS. JOURNAL OF CETACEAN RESEARCH AND MANAGEMENT 8: 255–263.
- TURNPENNY A W H, NEDWELL J R (1994) 'THE EFFECTS ON MARINE FISH, DIVING MAMMALS AND BIRDS OF UNDERWATER SOUND GENERATED BY SEISMIC SURVEYS'. REPORT TO THE UK OFFSHORE OPERATORS ASSOCIATION NO. FRR 089/94.
- TURNPENNY, W. H. Y NEDWELL, J. R. 1994. THE EFFECTS ON MARINE FISH, DIVING MAMMALS AND BIRDS OF UNDERWATER SOUND GENERATED BY SEISMIC SURVEYS. CONSULTANCY REPORT PROPOSED BY UKOOA BY FAWLEY AQUATIC RESEARCH LABORATORIES LTD.
- TYACK, P. L., ZIMMER, W. M. X., MORETTI, D., SOUTHALL, B. L., CLARIDGE, D. E., DURBAN, J. W., CLARK, C. W., D'AMICO, A., DIMARZIO, N., JARVIS, S. ET AL. (2011). BEAKED WHALES RESPOND TO SIMULATED AND ACTUAL NAVY SONAR. PLOS ONE 6, E17009. DOI:10.1371/JOURNAL.PONE.0017009
- WARDLE C.S., CARTER T.J., URQUHARTA G.G., JOHNSTONEA A.D.F., ZIOLKOWSKIC A.M., HAMPSOND G., MACKIEE D. (2001) EFFECTS OF SEISMIC AIR GUNS ON MARINE FISH. CONTINENTAL SHELF RESEARCH
- WARTZOK, DOUGLAS & KETTEN, DARLENE. 1999. MARINE MAMMAL SENSORY SYSTEMS. EN REYNOLDS, J. AND ROMMEL, S. BIOLOGY OF MARINE MAMMALS. SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS.
- 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 NO. 288 DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND REGIONAL DEVELOPMENT, WESTERN AUSTRALIA. 42PP.
- WEINHOLD, R.J. AND WEAVER, R.R (1972): SEISMIC AIRGUN EFFECTS ON IMMATURE COHO SALMON. CONTRIBUTION TO THE 42ND ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY OF EXPLORATION GEOHPYSICISTS, ANAHEIM, CALIFORNIA
- WEIR CR 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](http://www.seaturtle.org/MTN/ARCHIVES/MTN116/MTN116P17.SHTML)
- WOODBURY, D., AND 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 M. PARKER. 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., RICE, M., 2006. ATLAS OF MARINE INVERTEBRATE LARVAE. ACADEMIC PRESS.
- WRIGHT, K., D. HIGGS, Y J. LEIS. 2011. ONTOGENETIC AND INTERSPECIFIC VARIATION IN HEARING ABILITY IN MARINE FISH LARVAE. MAR ECOL PROG SER 424:1-13.
- ZIMMER WMX Y TYACK PL. (2007), REPETITIVE SHALLOW DIVES POSE DECOMPRESSION RISK IN DEEP-DIVING BEAKED WHALES. MARINE MAMMAL SCIENCE, 23: 888-925. DOI:10.1111/J.1748-7692.2007.00152.X





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2020 - Año del General Manuel Belgrano

Hoja Adicional de Firmas
Documentación personal

Número:

Referencia: Documentación Complementaria

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 145 pagina/s.