

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

## CAPÍTULO 1: RESUMEN EJECUTIVO

### ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
3.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA	6
3.2 EQUIPAMIENTO REQUERIDO	7
3.3 BUQUE SÍSMICO, EMBARCACIONES DE APOYO Y LOGÍSTICA	8
<b>4. LÍNEA DE BASE AMBIENTAL</b>	<b>8</b>
4.1 MEDIO FÍSICO	9
4.2 MEDIO BIÓTICO	11
4.3 MEDIO ANTRÓPICO	17
<b>5. MODELACIÓN ACÚSTICA</b>	<b>20</b>
5.1 PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA	21
5.2 MODELACIÓN ACÚSTICA	22
5.3 MODELACIÓN DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO	35
5.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS DISTANCIAS DE SUPERACIÓN DE UMBRALES DE PTS Y TTS PARA LAS DIFERENTES ESPECIES	46
<b>6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>49</b>
6.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	49
6.2 SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO	52
6.3 MATRIZ RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL	60
6.4 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	61

6.5	IMPACTOS ACUMULATIVOS	62
7.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	64
8.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	66



## RESUMEN EJECUTIVO

***Los datos y conclusiones que se presentan a continuación como parte del presente informe, son el resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental asociado al proyecto de Registro Sísmico 3D en las Áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114, costa afuera de la República Argentina. Los mismos son considerados relevantes para la realización de dicho proyecto en el marco de una adecuada gestión ambiental, procurando prevenir, minimizar, controlar, corregir y/o compensar los posibles efectos negativos sobre el ambiente en el cual se implantará el mismo. No obstante, no debe perderse de vista que el presente documento constituye una síntesis de dicho estudio, por lo que gran parte de la información que se presenta en este ha sido dejada de lado. En este contexto, para la adecuada comprensión de todos los aspectos el mismo debe ser considerado junto con el cuerpo principal del estudio.***

### 1. INTRODUCCIÓN

El offshore argentino es uno de los espacios más extensos con potencial de recursos hidrocarbúricos a nivel global, no obstante, se encuentra poco explorado en comparación a regiones similares. Por lo cual, con el objetivo de asegurar la producción futura de recursos de petróleo y gas, se presenta la necesidad de realizar una inversión continua en actividades de exploración de dichos recursos. El propósito del relevamiento sísmico es facilitar la caracterización completa de las posibles reservas de hidrocarburos identificadas en las zonas de estudio.

El objetivo principal del proyecto bajo evaluación es un Relevamiento Sísmico “3D” en las áreas denominadas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 ubicadas costa afuera en la Cuenca Argentina Norte (CAN) de la Plataforma Continental Argentina. Las áreas CAN 108 y CAN 114 serán exploradas conforme los permisos otorgados por Resoluciones 691 y 702 del año 2019, de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía (hoy Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de la Producción) a EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA e YPF S.A. sobre las áreas mencionadas, en el marco del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. Por su parte, la Resolución 55/2020 de la Secretaría de Energía autorizó la cesión del 50% de la titularidad de YPF S.A. del permiso de exploración otorgado sobre el área CAN 100 a favor de la empresa EQUINOR B.V. ARGENTINA SUCURSAL ARGENTINA<sup>1</sup>.

El proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D” se encuentra ubicado a más de 300 km costa afuera de la localidad costera más cercana (Mar del Plata, en la Provincia de Buenos Aires).

<sup>1</sup> La firma EQUINOR ARGENTINA B.V. SUCURSAL ARGENTINA pertenece al mismo grupo que EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA.

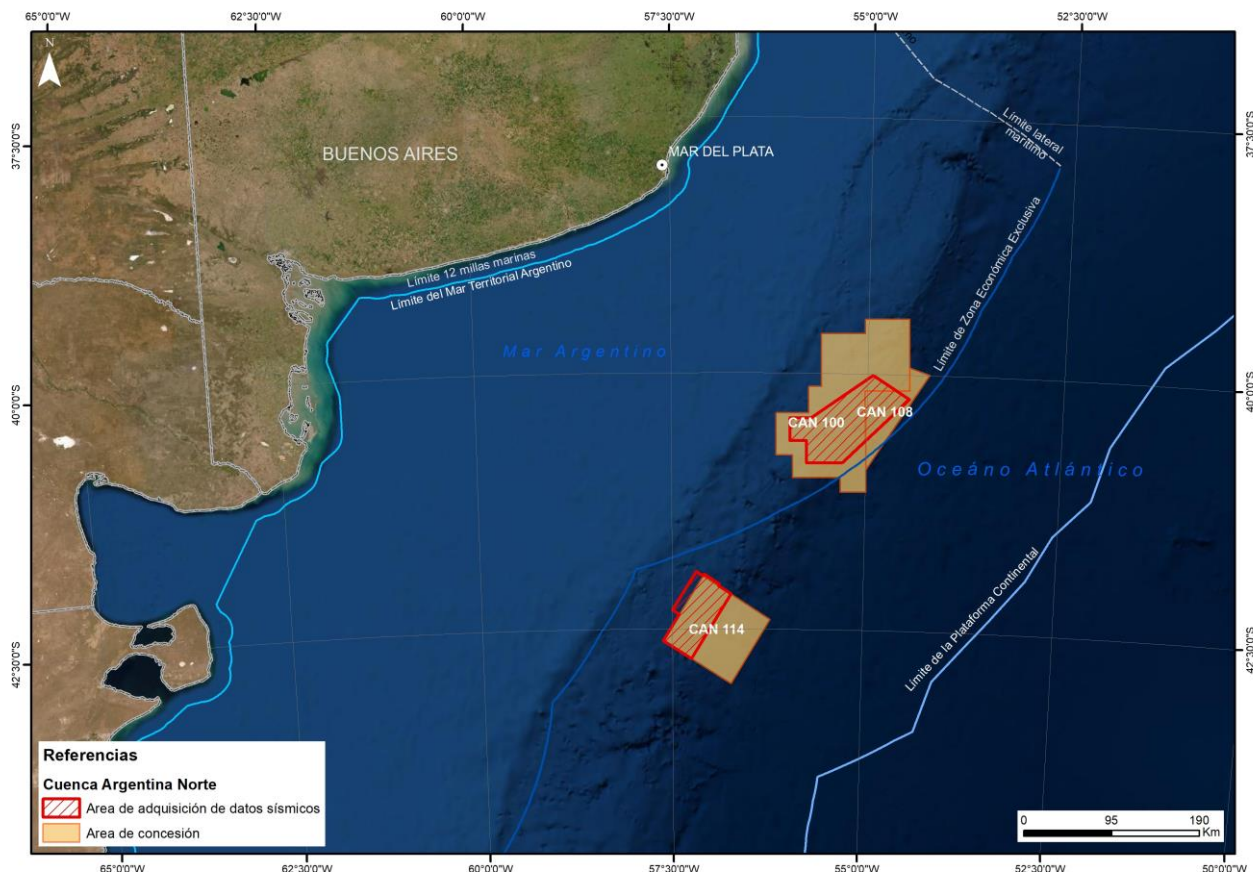


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas de adquisición sísmica 3D CAN 100, CAN 108 y CAN 114.

## 2. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

La exploración se llevará a cabo, para las áreas CAN 100 y CAN 108 dentro de la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEE), y para el área CAN 114, fuera de la ZEE, pero en aguas suprayacentes a la Plataforma Continental mensurada y registrada ante la Comisión de la Plataforma Continental conforme al derecho internacional del Mar, alejadas de la franja de jurisdicción provincial y sin interacciones con las provincias costeras. Por lo tanto, el proyecto offshore se encuentra sometido al marco regulatorio hidrocarburífero nacional en lo que respecta a las tareas de exploración. Asimismo, dada la ubicación del área de exploración, se encuentra sometido también a las regulaciones en materia de navegación y a los tratados internacionales de protección marítima. Además, deberá alinearse a la legislación ambiental nacional.

La Ley 23.968 hace referencia a la plataforma continental sobre la cual ejerce soberanía la Nación Argentina, y establece que comprende el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá de su mar territorial y a todo lo largo de la prolongación natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental, o bien hasta una distancia de 200 millas marinas medidas a partir de las líneas de base, en los casos en que el borde exterior no llegue a esa distancia.



En materia de exploración y explotación de hidrocarburos, a partir de la sanción de la Ley 26.197, y luego con la Ley 27.007, modificatorias de la Ley de Hidrocarburos N° 17.319, ha quedado claramente zanjada la disputa en torno al dominio de los yacimientos ubicados en el mar territorial, quedando afirmado con contundencia el criterio de la jurisdicción nacional exclusiva en la Zona Económica Exclusiva y la Plataforma Continental, quedando la potestad provincial acotada a las aguas territoriales hasta las 12 millas.

Dadas las características de la operatoria costa afuera, el proyecto tendrá como autoridades clave a la Secretaría de Energía, dependiente de la cartera de Desarrollo Productivo y sus dependencias subordinadas, la Subsecretaría de Hidrocarburos, en lo que hace a los aspectos atinentes a los permisos de exploración y labores asociadas, conforme a la Ley de Hidrocarburos.

En la aprobación del estudio de impacto intervendrá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (a través de sus dependencias), junto a la Secretaría de Energía, en virtud de La Resolución Conjunta 3/19. Dicha resolución estableció un circuito de interacción entre las carteras de energía y ambiente para la aplicación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de las operaciones exploratorias en aguas y plataforma continental, con una intervención de la cartera ambiental y un monitoreo y seguimiento posterior a cargo de la cartera sectorial. El procedimiento diseñado para la aprobación de los estudios ambientales, contempla además una intervención sectorial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Respecto a la navegación y la operación de instalaciones costa afuera, existe un conjunto de acuerdos elaborados en el seno de la Organización Marítima Internacional (OMI) de los cuales la República Argentina es parte. Muchos de ellos tienen por objetivo expreso la protección del ambiente o cuestiones de seguridad marítima. Los principales convenios con implicancias ambientales para el proyecto son los siguientes.

- Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos -OILPOL- aprobado por Ley 21.353.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, aprobado por Ley 21.947.
- Convención sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar -SOLAS 74- aprobado por la Ley 22.079, el Protocolo de 1978 aprobado por Ley 22.502 y su enmienda aprobada por Ley 23.706.
- Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en Casos de Accidentes que Causen una Contaminación por Hidrocarburos -aprobado por Ley 23.456.
- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, MARPOL 1973/78, sus Protocolos Anexos aprobados por Ley 24.089.
- Aprobación del Convenio OPRC (Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (Ley 24.292)).
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar –CONVEMAR-, aprobado por Ley 24.543.
- Protocolo de 1992 que enmienda el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil Nacida de Daños Debido a Contaminación por Hidrocarburos -CLC- (Londres-1969), aprobado por Ley 25.137.
- Protocolo de 1992 que enmienda el Convenio Internacional sobre la Constitución de un Fondo Internacional de Indemnización de Daños Debidos a Contaminación por Hidrocarburos -FUND Convención- (Londres-1971), aprobado por Ley 25.137.
- Convenio sobre la Gestión de Agua de Lastre y Manejo de Sedimentos de Sentina, aprobado por Ley 27.011.



La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) constituye el marco general para la regulación de todas las actividades que se llevan a cabo en la Zona Económica Exclusiva, sirviendo por lo tanto de sustento para las medidas de seguridad que se adopten en materia de navegación, control de la contaminación y autorización de operaciones costa afuera. Es en función de este acuerdo internacional fundacional que la República Argentina basa su jurisdicción sobre la Plataforma Continental. En base a los criterios de reenvío establecido en CONVEMAR y otros instrumentos internacionales que recomiendan integrar el estudio ambiental con las buenas prácticas más consolidadas y recientes en lo que hace a la actividad sísmica offshore, se han tomado como referencia las buenas prácticas de la *Joint Nature Conservation Commission* del Reino Unido (JNCC) de abril de 2017 junto con las directrices de apoyo adicional<sup>2</sup>.

Por otro lado, la Ley de Navegación (Ley 20.094) regula todas las relaciones jurídicas originadas en la navegación por agua, abarcando a los buques y los artefactos navales. La autoridad de aplicación de este régimen jurídico es la Prefectura Naval Argentina (PNA), según lo expresa la Ley 18.398 modificada por Ley 20.325, en cuanto establece que tiene a su cargo el servicio de policía de seguridad de la navegación y el servicio de policía de seguridad y judicial.

La PNA interviene en cuestiones relativas a la fiscalización de buques y artefactos navales, como así también en el dictado de normas tendientes a prohibir la contaminación de las aguas fluviales, lacustres y marítimas por hidrocarburos u otras sustancias nocivas o peligrosas, y verificar su cumplimiento, entre otras cosas. Asimismo, es el órgano de aplicación en el orden técnico de los convenios internacionales sobre seguridad de la navegación y de los bienes y de la vida humana en el mar.

El Régimen de la Navegación, Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE) constituye la reglamentación central de la actividad marítima, fluvial y lacustre. Las normas agrupadas en el REGINAVE, son complementadas con reglamentaciones específicas emitidas por la máxima autoridad de la PNA o por dependencias técnicas subordinadas a la misma.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA

Para la registración sísmica acuática se utilizan dispositivos de aire comprimido como origen de generación de energía, los cuales son remolcados por embarcaciones a lo largo de las líneas de prospección proyectadas.

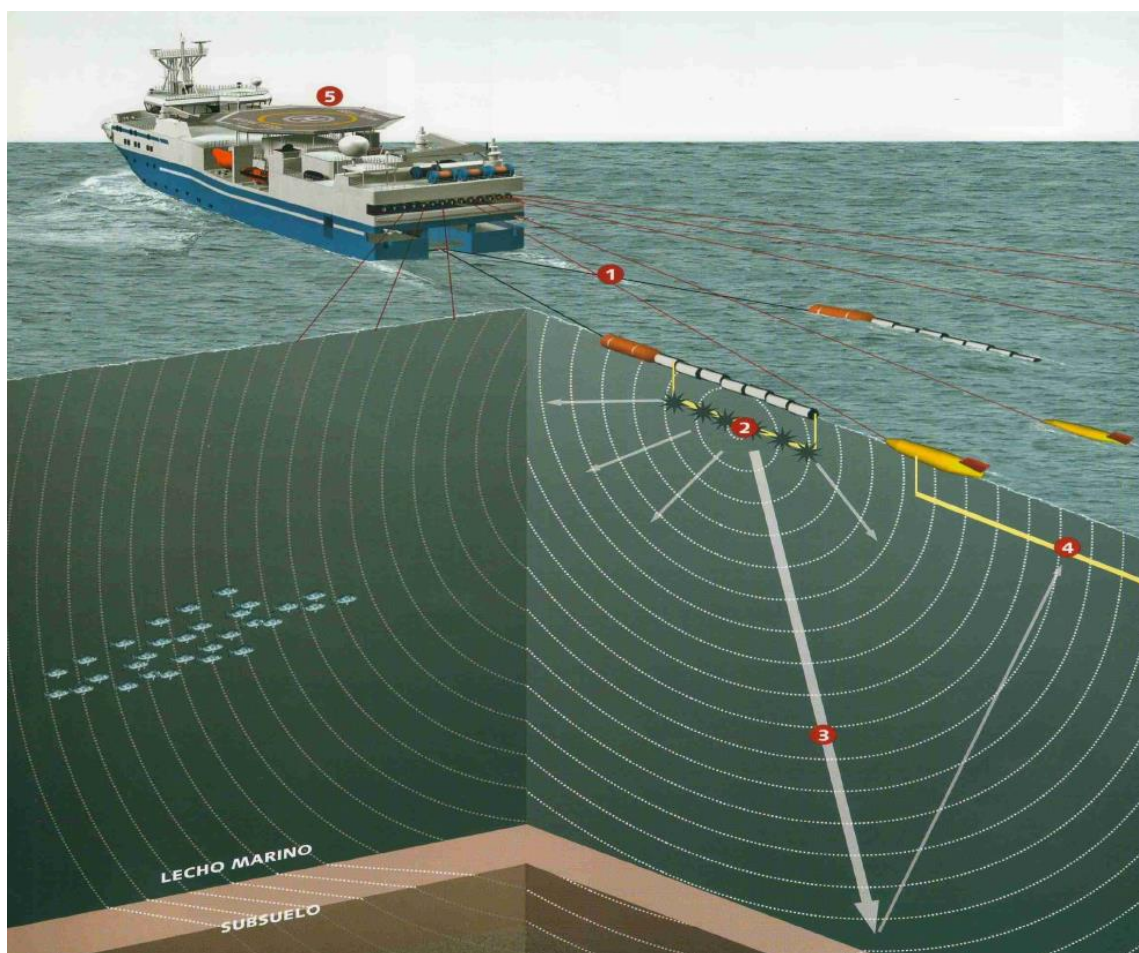
El método sísmico a emplear en el medio acuático consiste en el estudio de la trayectoria de ondas compresionales, denominadas ondas P, las que al propagarse al interior de la tierra y al encontrar cambios en las propiedades físicas (distintos estratos geológicos, gas, petróleo, etc.) se refractan y reflejan hacia la superficie donde son captadas por sensores eléctricos. Dichas ondas son medidas por el tiempo en que tardan en llegar a la superficie, de lo que se infiere su posición en profundidad y su geometría. El producto final luego de ser amplificadas, filtradas, digitalizadas, y registradas es una “imagen” del subsuelo en 3 dimensiones.

<sup>2</sup> Ver JNCC “Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys”, Aberdeen, Reino Unido. Las directrices fueron elaboradas 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 habitats protegidos e implementadas en la legislación británica (enmiendas de 2007 y 2009 a las regulaciones de 1994 sobre Habitats Naturales y la *Offshore Marine Conservation Regulations* de 2007, enmiendas 2009 y 2010)

Al descargar los dispositivos, el aire a alta presión ingresa rápidamente al agua produciendo una burbuja. Para optimizar las características de frecuencia y amplitud de la señal emitida por la fuente y para minimizar otros efectos que oscurecen la señal, se emplean dos o más fuentes de energía de aire comprimido con diferentes volúmenes.

La recepción de las señales sísmicas se realiza con un sistema de arrastre denominado *streamers*; más precisamente mediante la utilización de hidrófonos, que se encuentran ubicados dentro de los *streamers*, los cuales se conforman de tramos de cable sólido. Los *streamers* poseen una flotabilidad neutra y cuentan con dispositivos para regular su orientación y profundidad, factores que son monitoreados con sensores especiales emplazados entre los grupos de hidrófonos, de manera que su posición espacial sea conocida en todo momento.

La adquisición de la información sísmica se obtiene a lo largo de líneas que conforman una grilla de registración 3D.



**Figura 2. Esquema de una prospección sísmica 3D.**

Referencias: 1- Despliegue de fuentes de energía de aire comprimido y *streamers*, 2- Generación de onda de presión, 3- Transmisión de energía, 4- Registro de ondas reflejadas con hidrófonos, 5- Digitalización de datos en buque.

### 3.2 EQUIPAMIENTO REQUERIDO

Al momento de elaboración del presente estudio se consideran dos posibles alternativas de equipamiento para la fuente de emisión del sonido:



- a) Un arreglo de tipo concentrado, compuesto por 3 subarreglos separados 8 metros entre sí, ocupando una superficie de 16 metros de ancho por 16,5 metros de longitud (264 m<sup>2</sup>), y con un volumen total igual a 4.030 pulgadas cúbicas (cu.in).
- b) Un arreglo de tipo extendido, compuesto por 6 subarreglos, cada uno con 1,6 m de ancho por 5,6 m de longitud y con un volumen parcial de 900 cu.in, separados entre sí 31,25 metros, ocupando una superficie de casi 158 metros de ancho por 5,6 metros de longitud (885 m<sup>2</sup>), y con un volumen total igual a 5.400 pulgadas cúbicas (cu.in).

Esta información podrá variar levemente dependiendo del Contratista Geofísico que se defina.

En el presente estudio se presenta la descripción de ambos arreglos, y dada la escasa diferencia en la emisión sonora entre ambos, en el Capítulo 6 – Modelación acústica, se analiza la propagación del ruido considerando el arreglo extendido, por ser ligeramente más conservador.

De acuerdo con las “*Guidelines for minimizing acoustic disturbance to marine mammals from seismic surveys*” de la *Joint Nature Conservation Committee*. United Kingdom (JNCC, 2017), la contratista utilizará el procedimiento de “*Soft Start*” (arranque progresivo de los dispositivos de aire comprimido) al inicio de cada línea y luego de haberse detenido por cualquier motivo por más de 10 minutos. Este procedimiento permite un progresivo incremento de los niveles de sonido generados por los dispositivos de aire comprimido hasta alcanzar el nivel operacional antes del relevamiento, durante un período de 20 minutos, para brindar un tiempo adecuado a la fauna marina para que abandonen el área.

### 3.3 BUQUE SÍSMICO, EMBARCACIONES DE APOYO Y LOGÍSTICA

Para la adquisición se prevé la utilización de un buque sísmico, el cual irá acompañado por dos embarcaciones de apoyo, cuyas misiones son garantizarle al buque sísmico (y su arreglo), una navegación segura, sin interferencias con otras embarcaciones, abastecerlo de combustible y remolcar el buque sísmico ante cualquier emergencia en su sistema de propulsión

Se prevé que el buque sísmico se movilice al área de adquisición sísmica desde el Puerto de Buenos Aires, donde será abordado por la tripulación. Durante la ejecución del proyecto, el puerto que se utilizará para servicios logísticos será probablemente el de Mar del Plata, localizado en la Provincia de Buenos Aires.

La actividad sísmica propuesta se prevé que tendrá una duración de hasta 180 días de trabajo. El cronograma de adquisición se ajustará a las condiciones oceanográficas para asegurar la seguridad de las operaciones. En principio no se prevé que existan impedimentos para llevar a cabo las operaciones en cualquier momento del año. Preliminarmente se contempla que los buques se movilicen al área para comenzar el registro en el primer trimestre de 2021 hasta su desmovilización en el segundo o tercer trimestre de 2021. Operará ininterrumpidamente las 24 horas, todos los días de operación.

## 4. LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

El Área Operativa y de Influencia Directa del Proyecto se encuentra emplazada en el Mar Argentino. Particularmente el área CAN 100-CAN 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 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; su área de operación y de influencia directa se ubica en profundidades 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.



## 4.1 MEDIO FÍSICO

### Geología

El margen continental argentino (MCA) está determinado por la extensión natural sumergida del continente hasta la llanura abisal o fondos marinos (borde exterior del margen continental) y comprende, a grandes rasgos, la plataforma, el talud y la emersión continental, amén de numerosos sistemas de cañones submarinos.

Como fuera mencionado la zona de estudio abarca fundamentalmente el talud continental. Esta zona se extiende desde la plataforma continental<sup>3</sup> y presenta una inclinación muy pronunciada con un fuerte descenso desde los 200 m a los 3.000 - 4.000 metros de profundidad.

En cuanto al contexto geológico y tectónico el margen continental argentino está situado mayoritariamente en la placa Sudamericana asociada a la extensión cortical vinculada a la apertura del océano Atlántico a partir del Jurásico Medio, en un contexto geotectónico dominado por un margen continental pasivo, aunque en su porción más austral se asocia a sectores de márgenes activos (Violante et al. 2014).

En relación al modelado del talud continental, las variaciones del nivel del mar no tuvieron un efecto directo sobre este (a diferencia de lo que ocurrió en la Plataforma). Los cambios climáticos se manifestaron a través de variaciones en la circulación de las corrientes oceánicas, lo que generó un transporte de sedimentos que conformó grandes secuencias sedimentarias a lo largo del margen, desarrollando depósitos denominados “contorníticos”, que se manifiestan como acumulaciones en superficies aterrazadas. Paralelamente, las altas pendientes del talud favorecieron la acción de procesos gravitacionales manifestados a través de corrientes densas de sedimentos (corrientes de turbidez) que se deslizan sobre las mismas, cavando cañones submarinos y produciendo depósitos turbidíticos y deslizamientos submarinos. Estos procesos son más complejos en el margen bonaerense, donde las corrientes que circulan de sur a norte interactúan con otras en sentido contrario, formando la Zona de Confluencia. De esta manera, el talud bonaerense está formado por alternancia de sedimentos formados tanto por procesos longitudinales como transversales, dominando estos últimos en las cercanías de los cañones submarinos (Violante et al. 2014).

En particular, las áreas de concesión CAN 100 y CAN 108 están situadas sobre el sector medio e inferior del talud que se desarrolla desde el borde de la terraza Ewing, y el área de concesión CAN 114 situada sobre el talud medio entre los sistemas de cañones submarinos Ameghino y Bahía Blanca.

En relación al aporte de sedimentos, la plataforma continental argentina recibe sedimentos terrígenos procedentes de dos áreas de aporte principales: la región andina y el escudo de Brasilia. No deben descartarse aportes menores de las Sierras Pampeanas y otras regiones del centro de Argentina. El análisis petrográfico de fragmentos de rocas y rodados hallados en depósitos marinos del talud a más de 500 m de profundidad en las inmediaciones del cañón submarino Mar del Plata (38°S) reveló el predominio de materiales de procedencia bonaerense (Tandilia) y patagónica (Bozzano et al. 2011).

---

<sup>3</sup> Adoptando el término 'plataforma' o 'plataforma continental' sensu estricto en su concepto geomorfológico, no jurídico.

Dada la composición terrígena de los sedimentos que componen la plataforma, la dinámica sedimentaria debe ser considerada en forma integral abarcando tanto los procesos continentales que inciden en la costa como así también los litorales y marinos. Los sedimentos son introducidos en el sistema dinámico litoral desde el continente adyacente de diferentes maneras, tanto por transporte fluvial y eólico como por erosión costera, para ser posteriormente transferidos hacia la plataforma.

En cuanto a los aspectos estratigráficos se reconocen tres cortejos depositacionales: pre-transgresivo, de nivel de mar bajo; transgresivo (entre el momento en que el nivel del mar ocupó su posición más baja durante el Último Máximo Glacial hasta que llegó a su máximo nivel hace ~6.000 años); y de nivel de mar alto.

La cobertura sedimentaria superficial de la plataforma está formada esencialmente por arenas, que cubren alrededor del 65% de su superficie. Siguen en proporción las conchillas y gravas, con una participación de aproximadamente 25% (Urien y Ewing, 1973; Parker *et al.*, 1997, 1999, 2008; Violante y Parker, 2000, 2004; Violante, 2004; COPLA, 2017). Para el caso del talud predominan las arcillas (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa Argentina, 2008).

La costa argentina en el área del proyecto corresponde a una costa de margen pasivo, con una extensa plataforma continental, lo que supone cierta estabilidad tectónica (Codignotto *et al.* 1992).

### **Oceanografía**

Desde el punto de vista oceanográfico, el margen continental argentino 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 (Violante *et al.* 2014, Piola y Gordon 1989, Piola y Matano, 2001).

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 (Campagna *et al.* 2006)

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 fuerte 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 (Perillo y Kostadinoff 2005, Piola *et al.* 2010).

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.

Por otro lado, en el área de exploración sísmica del proyecto, ubicada más allá del borde de la plataforma continental, la amplitud de la marea y, en consecuencia, sus velocidades, son de pequeña magnitud, por lo que su contribución a la corriente de campo total es despreciable.

El régimen de viento en el área de estudio genera un mar muy movido en todas las estaciones del año con olas de altura y dirección variables. En este sentido, el aumento en el estado del mar (*sea-state*) se genera típicamente como resultado del paso de tormentas locales a través del Pasaje de Drake y sobre América del Sur. El paso de tormentas desde el oeste genera rápidamente incrementos en el estado del mar, pero que no persisten por más de 2 o 3 días, a menos que la zona se vea afectada por una sucesión de tormentas consecutivas (Upton y Shaw 2002).

### **Climatología**

Climatológicamente en el área de estudio la circulación atmosférica local está controlada por la combinación de los sistemas de alta presión del Pacífico Sur y Atlántico Sur. La circulación en dirección Sudoeste, asociada con el sistema de alta presión del Atlántico Sur, provoca la advección de aire cálido y húmedo desde regiones subtropicales. Anticiclones fríos sobre el sur de Argentina impulsan periódicamente (particularmente en invierno) masas de aire marítimo frío del Atlántico Sudoccidental sobre el área del litoral.

## **4.2 MEDIO BIÓTICO**

Desde el punto de vista biológico, la zona analizada integra un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino. En las costas adyacentes hay zonas 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. El único punto donde podría registrarse un efecto indirecto producto del tránsito de buques, desde y hacia el área de operaciones, es en las inmediaciones del puerto de Mar del Plata, el que se utilizará como puerto de embarco y desembarco.

### **Comunidades Bentónicas**

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 (Acha, et al. 2015).



Los principales grupos observados en las inmediaciones del área de estudio se corresponde a moluscos, poliquetos, crustáceos, equinodermos y pialogónidos (Roux et al., 1993). Estudios recientes (Bremec y Giberto, 2017) de recopilación y actualizaron 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 áreas más profundas, con motivo de detectar Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales en el Atlántico sudoccidental, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, jardines de coral que presentan a su vez gran cantidad de fauna asociada, localizados en profundidades de entre 400 y 1000 metros, y campos de esponjas, localizados entre 250 y 1300 metros de profundidad (Portela et al 2012).

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*.

### **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 (Olson 2000). 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 la 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 (Campagna et al., 2006).

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 (Campagna et al., 2006). 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.



En cuanto a la distribución de las especies, mediante el empleo de microscopía y análisis de pigmentos, Carreto et al., (2003) determinaron la presencia de tres asociaciones fitoplanctónicas en una sección que se extiende desde la zona estuarial del Río de la Plata hasta el sector oceánico: 1) Comunidades estuariales y costeras, dominadas por la criptofita *Cryptomonas* sp., con presencia del flagelado heterótrofo *Noctiluca scintillans*. 2) Comunidades de la plataforma continental y la Corriente de Malvinas, dominadas por el cocolitofórido *Emiliania huxleyi*. 3) Comunidad de la Corriente de Brasil, caracterizada por la abundancia de la cianobacteria picoplanctónica *Synechococcus* sp.

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 (Campagna et al., 2006). 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 (Boltovskoy et al. 1999). 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 (Sabatini et al., 2001). 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* (Munro, 2004 en Perry, 2005). Por otro lado, el grupo de anfípodos es prácticamente monoespecífico y está representado casi exclusivamente por *Themisto gaudichaudii*. Esta especie constituye el alimento clave para la mayoría de las especies de peces que se distribuyen en el área (Campagna et al. 2006).

En cuanto al ictioplancton, el frente de la plataforma presenta un patrón de circulación que asegura la dispersión/retención de individuos en su etapa de vida temprana. Invertebrados semélparos y peces iteróparos han adaptado sus estrategias reproductivas para explotar activamente estas características hidrográficas.

En particular para el calamar (*Illex argentinus*) existe la posibilidad de que el área costera altamente productiva asociada con las grandes corrientes proporcione un poderoso régimen de selección para individuos grandes. Las áreas de cría de los calamares se presentan en el norte del Mar Argentino, durante los meses de invierno, asociadas a la Corriente de Brasil. Una vez desarrollados los juveniles, éstos migran en el verano hacia el sur del Mar Argentino, para luego como adultos, retornar hacia al norte para el desove.

En lo que respecta a los peces, las colecciones de Ictioplancton en estas áreas se encuentran bajo el predominio de la influencia de las aguas subantárticas y la corriente de Malvinas en las capas superficiales y sub superficiales y en un flujo más profundo de aguas intermedias antárticas. Los Mictófidos son los peces pequeños pelágicos más abundantes en el área, habiéndose registrado larvas y huevos en la zona de estudios.



## **Peces, Cefalópodos y sus Pesquerías**

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, CAN 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 mayoría de las especies presente en el área de proyecto son de tipo demersal. Estos recursos corresponden a especies que habitan las aguas cercanas al fondo, realizando migraciones verticales usualmente con un objetivo trófico. Son en general capturadas por un mismo arte como redes de arrastre de fondo, trampas, nasas o palangres.

Tomando como referencia el listado de ictiofauna y su categorización UICN (2020) para el área de estudio y sus inmediaciones, se observa que la categoría dominante es la No evaluada (NE: 62 %), seguida por la categoría preocupación menor y casi amenazada. Se destacan dentro de condricteos tres especies vulnerables (*Bathyraxa albomaculata*, *Zearaxa chilensis* y *Squalus acanthias*) y una en peligro crítico (*Bathyraxa griseocauda*).

En cuanto a los cefalópodos, su mayor concentración está asociada con la presencia de las aguas subantárticas y principalmente a la corriente de Malvinas, por lo que se distribuye fundamentalmente sobre el borde del talud a profundidades entre 80 y 400 m. Su distribución varía según la estación y está limitada al área de influencia de las aguas frías de la Corriente de Malvinas. Se trata de una especie semélpara con un ciclo de vida anual teniendo sus larvas una presencia constante a lo largo del año existiendo aparentemente cuatro poblaciones (desovante de verano, sudpatagónica, bonaerense, norpatagónica y desovante de primavera). Para la zona de estudio se observan importantes concentraciones entre mayo y julio correspondiente con la subpoblación bonaerense-norpatagónica (SBNP), que luego emigran hacia aguas más profundas de la región oceánica, donde tiene lugar la reproducción y posterior muerte de los individuos desovantes. Este stock desova en el borde de la plataforma continental donde sus huevos son arrastrados por la corriente de Malvinas hacia el norte donde eclosionan al encontrar la corriente de Brasil (Haimovici et al. 1998).

En cuanto a las pesquerías adyacentes y en la zona del proyecto se destacan las del Cazón (de Noviembre a Abril), Pez Gallo (de Septiembre a Febrero), Merluza (de Marzo a Septiembre), Abadejo (de Febrero a Noviembre), Merluza Negra (de Agosto a Diciembre), Polaca (de Marzo a Junio) y Calamar (de Mayo a Septiembre).

La flota pesquera en el Mar Argentino se divide en diferentes categorías y que poseen diferentes radios de acción. En el área de influencia del proyecto las pesquerías presentes son principalmente la flota fresca de altura y congeladora, con buques arrastreros y palangreros. Al analizar la distribución espacial de las diferentes flotas pesqueras respecto al área de influencia directa del proyecto, se puede apreciar una relación marginal con las áreas de pesca. Mar del Plata es el principal puerto de desembarco.

## **Reptiles**

En esta región los únicos reptiles presentes son las tortugas marinas. 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*).



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 Laud en el área del proyecto es un sector que presenta entre julio y diciembre, densidades medias a altas de posiciones de los ejemplares marcados.

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 área de estudio tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. 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. Ezcurra y Schmidt (2013) señalan que la época de mayores avistajes de tortugas marinas en el Río de la Plata guarda relación con la temperatura del agua. Los meses cálidos son los que registran mayor cantidad de avistajes.

En las áreas costeras de Argentina a la altura 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 del proyecto y a más de 200 km del Puerto de Mar del Plata, por lo que el mencionado sitio no se verá afectado por el proyecto. Otras zonas costeras más cercanas a la zona del puerto, si bien registran varamientos y capturas incidentales de adultos, no presentan áreas protegidas con valor de conservación para las tortugas marinas.

### **Aves Marinas**

Para el área del proyecto, se contabilizaron 49 especies potencialmente presentes con ocurrencias confirmadas para 46 de ellas en los últimos años. Estas pertenecen a los 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.

Las especies de aves presentes en la región no están bajo ningún apéndice de CITES. Según la categorización de aves de Argentina (2017) 8 de las especies identificadas se encuentran 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) son 12 especies las que se presentan en categorías de amenazas (CR, EN y VU) y 7 como casi amenazadas (NT).

De acuerdo con Favero et al (2005), la riqueza específica de aves pelágicas 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).



De este modo, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área del proyecto es un área muy importante de alimentación 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.

### **Mamíferos Marinos**

Para el área de estudio se contabilizaron 41 especies potencialmente presentes para la AID, 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 el 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.

De acuerdo con la bibliografía relevada, el área del proyecto tendría una función predominante como área de paso y estacionalmente como área de alimentación. No sería una zona de cría para los mamíferos marinos de presencia probable en el área. Para el caso del Lobo Marino de dos pelos, resulta importante mencionar que desde el año 1987 se registra un apostadero estacional en Mar del Plata; aunque recientemente también se han observado importantes concentraciones en Necochea.

El periodo de mayor presencia en el área analizada para el Elefante marino y el Lobo marino de dos pelos es la temporada de primavera y verano. Para el Cachalote y el Delfín piloto igualmente la primavera y verano. Por su parte, la presencia de la Ballena franca si bien puede registrarse durante las temporadas de otoño, invierno y primavera, esta especie no se registra durante los meses de verano.

### **Áreas Protegidas**

Como parte del presente punto se analizaron las zonas ambientalmente sensibles, las cuales son áreas que por lo general se encuentran protegidas (o se encuentran propuestas para serlo) por medio de alguna herramienta legal con fines de conservación.

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 Provincia de Buenos Aires, la Constitución provincial. Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).



En relación al proyecto analizado, dado que la zona de operación del mismo se encuentra a más de 300 km de la zona costera, la interacción con estas áreas protegidas es despreciable. En tal sentido, solo se consideran en el análisis las ANP cercanos al puerto de apoyo, es decir, Mar del Plata, siendo este el único sector en donde podría eventualmente registrarse alguna interferencia. Las ANP identificadas en las inmediaciones de dicho puerto son: Reserva Natural de Uso Múltiple y Reserva de Biósfera Albufera de Mar Chiquita- Refugio de Vida Silvestre, Reserva Nacional de la Defensa Campo Mar Chiquita Dragones de Malvinas, Reserva Natural de Objetos Definidos Geológicos y Faunísticos Restinga del Faro y Reserva Natural Botánica, Faunística y Educativa “Puerto Mar del Plata”.

Como fuera mencionado, en el Puerto de Mar del Plata existe un asentamiento de lobos marinos. En 1994, mediante la Ordenanza 9440 la especie fue declarada Monumento Natural de Mar del Plata. Esta establece la prohibición de toda acción u omisión que implique directa o indirectamente, maltratos, daños, captura o cautiverio de los ejemplares, excepto en casos justificados. La característica más sobresaliente de la colonia es la existencia en ella de ejemplares machos únicamente, que se aparean en las costas uruguayas. Pueden observarse durante todo el año.

Una situación similar a lo expuesto para las APMC ocurre en el caso de las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), las cuales se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino. En relación al área de influencia costera del proyecto (definida por el Puerto de Mar del Plata) se han identificado 3 AICAS: Estancia Medaland, Reserva de Biósfera de Mar Chiquita y Playa de Punta Mogotes y Puerto de Mar del Plata.

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). Estas se limitan también a zonas marítimas cercanas a la costa, por lo que tampoco presentan riesgo de ser afectadas por el proyecto. En tal sentido se consideran solamente, las cercanas al Puerto de Mar del Plata, estando solo definida la Boca Albufera de Mar Chiquita.

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 que no obstante se localiza a 250 km del área de prospección sísmica, por lo que no se registrarán efectos sobre la misma.

Las áreas marinas protegidas (AMP) constituyen una de las herramientas más poderosas para evitar la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los hábitats marinos. 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. Las futuras áreas marinas protegidas propuesta en Argentina, cercanas al proyecto, son dos: el Frente del Talud (FT) localizado a 65 km del área definida como de Influencia Directa y el Frente de Plataforma Media (FPM), ubicado a una distancia de 149 km del AID. El RCP Profundo y El Rincón se encuentran a mayores distancias.

#### 4.3 MEDIO ANTRÓPICO

Debido a la naturaleza off-shore del proyecto de relevamiento sísmico, el análisis del medio antrópico se focalizó en el área de estudio definido para este y su uso socio-económico; comprendiendo al Puerto de Mar del Plata, puerto de embarque definido para el Proyecto y a las localidades costeras más cercanas.



## **Contexto Político Administrativo**

El proyecto se desarrollará más allá de las 12 millas correspondientes al mar territorial. El Área CAN 100-CAN 108, se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), mientras que el área 114 se encuentra fuera de la misma, pero dentro de la jurisdicción del Estado Nacional, tratándose de la Plataforma Continental, debidamente mensurada y explorada, conforme a las exigencias de la CONVEMAR<sup>4</sup>.

## **Localidades costeras próximas**

El Área CAN 100-CAN 108 en estudio se encuentra a 330 km aproximadamente de la costa de la Ciudad de Mar del Plata. Dicha ciudad se encuentra en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, sobre la costa del mar argentino. Es la cabecera del partido de General Pueyrredón, importante puerto y balneario; y segunda urbe de turismo con mayor relevancia a nivel país, luego de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ya que en época estival puede aumentar en un 300% su densidad poblacional. Sus principales industrias son la pesquería, el turismo y la textil.

En el caso del Área CAN 114, la misma se encuentra a más de 400 km de la costa de la Ciudad de Necochea, ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires, sobre la costa atlántica. Cabecera del partido homónimo, con amplias playas e importante puerto al encontrarse en la desembocadura del río Quequén Grande y el Mar Argentino. Asimismo, es un centro turístico durante los meses estivales, pero a una escala considerablemente menor que la ya mencionada Ciudad de Mar del Plata.

## **Puerto de Mar del Plata**

Si bien el área de estudio se encuentra en la zona marítima, el Puerto de Mar del Plata oficiará como soporte terrestre al embarcar allí la tripulación e insumos. Es un puerto marítimo con dos áreas bien diferenciadas, una netamente militar actual y otra comercial que abarca el resto de la zona portuaria. La administración portuaria está a cargo del Consorcio Portuario Regional de Mar del Plata, creado por el Decreto 3572/99, con un ámbito de actuación que comprende la zona portuaria y el área de influencia; se trata del ente responsable de la administración y explotación del Puerto Mar del Plata. En cuanto a la seguridad del territorio, depende de la Prefectura Naval Argentina. Los tipos de Buques que operan son buques petroleros, buques frigoríficos, buques de pasajeros y buques pesqueros. A su vez, cabe resaltar que el Puerto es un destino turístico debido a que forma parte de la ciudad balnearia bonaerense y a la Asociación de Cruceros del Cono sur, la cual designó al puerto como estación terminal de cruceros internacionales.

## **Navegación**

La navegación en el área de adquisición sísmica es fundamentalmente de buques pesqueros costeros y de altura. 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. Como se mencionará previamente en el área de influencia del proyecto las pesquerías presentes son principalmente la flota fresca de altura y congeladora, con buques arrastreros y palangreros. No hay flota pesquera en el área dedicada a la captura de condriktios, así como tampoco bycatch registrados.

---

<sup>4</sup> Convención del Derecho del Mar.

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

### **Pesquerías**

La actividad pesquera en la Argentina se inició en Mar del Plata, con la actividad de pesca costera durante el siglo XIX y el comienzo de las pesquerías marítimas a principios del siglo XX. El sector pesquero comprende la captura (sector primario), el procesamiento (sector secundario) y la comercialización (sector terciario) de los recursos pesqueros. 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 la zona del área de estudio, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca.

### **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. Actualmente pueden observarse en la cartografía ocho cables activos en la ZEE de Argentina: “ARBR”, “Atlantis-2”, “Bicentenario”, “Malbec”, “SAm-1”, “SAC”, “Tannat” y “Unisur”. En este caso, el área operativa del proyecto se encuentra a 400 km aproximadamente al Sur del cable subacuático “Atlantis-2”, el cual es el más austral de todos los cables presentes en la zona.

### **Otras actividades exploratorias**

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. En el sitio en estudio existen actividades exploratorias 2D.

### **Partes Interesadas**

Como parte del trabajo se analizaron las partes interesadas, es decir, de aquellos actores que pueden ser afectados, influir y/o tener algún interés en relación con la presencia de la actividad petrolera offshore que desarrollará EQUINOR en el marco del proyecto de exploración bajo análisis. El relevamiento se basó en información de fuentes secundarias, como por ejemplo: Páginas Web oficiales (de organismos, ONGs, empresas, sindicatos, etc.) y medios de comunicación.



Se identificaron como partes interesadas al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ex Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable), Secretaría de Energía, Prefectura Naval Argentina (PNA), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Consejo Federal Pesquero, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Centro Integrado de Control de Actividades Pesqueras (CINCOPE), Cámara de Armadores de Buques Fresqueros de Altura, Proyecto “Pampa Azul”, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), Escuela Nacional de Pesca Comandante Luis Piedra Buena (Armada Argentina), Proyecto Sistema Interjurisdiccional de Áreas Protegidas Costero-Marinas (SIAPCM ARG/10/G47 –GEF-PNUD), Programa de Calidad de Aguas- Franja Costera Sur (ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina), Centro Integrado de Control de Actividades Pesqueras (CINCOPE), Cámara de Armadores de Buques Fresqueros de Altura, Foro para la conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, Fundación Nuestro Mar, Observatorio petrolero sur, Greenpeace Mar del Plata, Fundación Aquarium, Fundación Fauna Argentina, Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA) – Sede Mar del Plata, Surfrider Foundation Argentina, CeDePesca, Foro Costero Ambiental – Mar del Plata, Multisectorial en Defensa de la Pesca Argentina, Sindicato de Conductores Navales de Argentina (SI.CO.NA.RA), Asociación Argentina de Capitanes Pilotos y Patronos de Pesca, Sindicato Unidos Portuarios Argentino (SUPA), Federación de Estibadores Portuarios Argentinos (FEPA), Sindicato de obreros marítimos unidos (SOMU), Sindicato de Capataces Estibadores Portuarios y Personal Jerárquico de la República Argentina, Sindicato de marineros pescadores (SIMAPE), Unión de Intereses Pesqueros Argentinos (UDIPA), Sindicato Obrero de la Industria del Pescado (SOIP), IAPG (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas), el CENPAT (Centro Nacional Patagónico) y a potenciales contratistas de registración sísmica.

Este listado no es exhaustivo, sino que posee un carácter preliminar de acuerdo a la disponibilidad de información. Deberá ser modificado y revisado a partir de la profundización de la investigación en la zona de emplazamiento. Esto implica que pudiera haber actores que no se encuentran en este listado o actores que pueden verse descartados como partes interesadas con el avance del trabajo. Por lo tanto, se va a realizar un mapa de actores con el objetivo de profundizar en la comprensión de los actores clave para el proyecto

## 5. MODELACIÓN ACÚSTICA

El proyecto a desarrollarse implica la afectación provisoria de algunas características naturales que presentan las zonas de estudio, fundamentalmente la generación de ruidos que se producirán durante el registro sísmico.

A los fines del estudio del potencial impacto acústico se realizó una modelización numérica que permite evaluar las pérdidas de intensidad sonora por transmisión en función de las condiciones de velocidad del sonido para diferentes perfiles característicos de salinidad y temperatura del agua en la zona de estudio, así como de la profundidad y características del fondo marino.

A continuación se resumen los principales aspectos y resultados de las modelizaciones realizadas.



## 5.1 PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA

La propagación del nivel de energía sonora es determinada por las características específicas del sitio. En las valoraciones medioambientales de perturbación por ruido se suele aplicar como primera aproximación una propagación simple:

$$SPL = SL - N \log(R) - \alpha R,$$

Dónde

SL = el nivel del sonido en la fuente (dB re 1  $\mu$ Pa a 1 metro),

R = distancia (Rango) fuente-receptor,

SPL = Presión a una distancia R de la fuente (dB re 1  $\mu$ Pa),

N y  $\alpha$  = Factores de atenuación.

El factor  $\alpha$  normalmente se desprecia para distancias menores a 10 km y frecuencias bajas, pero es muy relevante en frecuencias mayores a 1 kHz. El factor N varía entre 20 para aguas profundas suponiendo una propagación esférica y 10 en aguas muy poco profundas con propagación.

La intensidad nominal teórica pico a pico (p-p) a un metro del arreglo sísmico típico más conservativo que podría emplearse es SPLPEAK = 263,2 B re 1  $\mu$ Pa-m. Cabe destacar que este valor no se alcanza en realidad dentro del arreglo, sino que es una extrapolación de los valores del campo lejano.

Como el objetivo de las emisiones es penetrar en el lecho marino, en función del ángulo de salida la intensidad del sonido emitido va decayendo desde la vertical a la superficie. Para considerar la transmisión horizontal de energía, en base a la modelación de emisión del arreglo se adopta una reducción de 12 dB con respecto al valor vertical, con lo cual el valor de partida estimado para analizar la propagación de energía sonora es entonces igual a 251,3 dB re 1  $\mu$ Pa-m (p-p).

Las pérdidas auditivas de los mamíferos marinos se denominan desplazamientos de umbrales (Threshold shift, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS). En el caso de los peces, se consideran los valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria, correspondientes al nivel de mortalidad o mortalidad potencial. Los códigos empleados para diferenciar los grupos auditivos de los mamíferos marinos se resumen en la Tabla 1. Cabe mencionar que según la fuente, al Grupo HF se lo denomina MF (frecuencias medias) y al Grupo VHF se lo denomina HF (frecuencias altas)

**Tabla 1. Grupos auditivos con sus rangos de audición**

Código	Grupo	Rango auditivo generalizado
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz
HF	Cetáceos de frecuencias altas	150 Hz a 160 kHz
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	275 Hz a 189 kHz
PW	Carnívoros Focidos	50 Hz a 86 kHz
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros)	60 Hz a 39 kHz

En la Tabla 2 se relacionan los niveles cero a pico (0-p) de umbrales con las métricas pico a pico (p-p) y rms (root mean square o valor cuadrático medio), y se determina la Pérdida de Transmisión o atenuación TL necesaria para alcanzar los mismos, a partir del valor de partida de energía sonora en la fuente antes indicado.



**Tabla 2. Umbrales de PTS en dB para los distintos grupos auditivos de mamíferos marinos, umbral de mortalidad para peces y niveles de Pérdida de Transmisión TL necesarios para alcanzarlos**

Grupo Auditivo	SPL (p-p)	SPL pK (0-p)	SPL (rms)	TL necesario
LF	225	219	209	26,3
HF	236	230	220	15,3
VHF	208	202	192	43,3
PW	224	218	208	27,3
PO	238	232	222	13,3
Peces SIN vejiga natatoria <sup>1</sup>	219	213	203	32,3
Peces CON vejiga natatoria <sup>1 2</sup>	213	207	197	38,3

<sup>1</sup> Umbral de Mortalidad potencial y Nivel de recuperación  
<sup>2</sup> Comprende peces con vejiga natatoria no conectada al oído y con vejiga natatoria conectada al oído

**Tabla 3. Niveles de TTS para los distintos grupos auditivos de mamíferos marinos**

Grupo Auditivo	SPL (p-p)	SPL pK (0-p)	SPL (rms)	TL necesario
LF	219	213	203	32,3
HF	230	224	214	21,3
VHF	202	196	186	49,3
PW	218	212	202	33,3
PO	232	226	216	19,3
Límite convencional de afectación	196	190	180	55,3

## 5.2 MODELACIÓN ACÚSTICA

El nivel sonoro que recibe el receptor es igual al nivel emitido por la fuente menos todas las pérdidas debidas al medio y naturaleza del sonido. Los modelos utilizados para calcular las Pérdidas de Transmisión (TL) en dB, en función de la distancia a la fuente son el Bellhop Ray/Beam model y el RAMS. Los parámetros que ingresan al modelo se relacionan principalmente con las propiedades acústicas del medio en el cual el sonido se propaga, tanto en agua como en los sedimentos del fondo marino. El presente estudio fue diseñado de manera que los resultados del mismo sean aplicables a cualquier época del año.

Se descargaron de la World Ocean Database de la NOAA datos de temperatura y salinidad de las estaciones en el área de operación y de influencia directa de las áreas CAN 100 - CAN 108 y del área CAN 114 y se calcularon los perfiles de velocidad del sonido y densidad, que son datos de entrada de la modelación, realizando un análisis estacional de las variables, así como una evaluación de las corrientes predominantes.

Las áreas CAN 100 y CAN 108 se encuentran ubicadas en la zona de la confluencia Brasil-Malvinas, en la que converge la corriente fría de Malvinas con la cálida y más salina de Brasil. En cambio, el área CAN 114 se encuentra al sur de la confluencia Brasil-Malvinas, típicamente en la región de la corriente de Malvinas.

La temperatura y la salinidad del agua en la zona de la confluencia exhiben una alta variabilidad espaciotemporal, ya que como consecuencia de la alta dinámica de la confluencia se producen numerosos meandros y eddies (remolinos) de gran escala, desprendimientos de las dos corrientes que generan intrusiones de una masa de agua cálida (corriente de Brasil) en una masa de agua fría (corriente de Malvinas) y viceversa.



De esta manera, estas áreas, además de estar caracterizadas por la mezcla de estas dos corrientes marinas, pueden ser bañadas tanto por las aguas frías de Malvinas como por las cálidas de Brasil. Por lo tanto, en cualquier época del año el buque de exploración sísmica puede estar desplazándose ya sea en la zona de mezcla o en aguas de Malvinas o de Brasil. Por este motivo, para estas áreas, además del análisis estacional y a modo de análisis de sensibilidad, se realizó la modelación de ruido para dos sets adicionales de perfiles de temperatura y salinidad, uno característico de la corriente de Malvinas y el otro de la corriente de Brasil, el primero más frío y menos salino, y el segundo más cálido y más salino.

Los datos de sedimentos del fondo marino se obtuvieron del Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino (2008), así como de testigos de fondo extraídos en la zona de interés. Para las áreas de exploración el material predominante es fango, el cual es una acumulación de limos y fangos marinos. En el sector Oeste del área operativa del relevamiento de CAN 100 y CAN 108 se hallan también arenas, por lo que se analizará también la influencia de este material en la propagación del sonido.

Para estos sedimentos se estimaron los valores de las velocidades compresionales y de corte y las atenuaciones del sonido, considerando un espesor de 15 metros, aunque los análisis de sensibilidad efectuados muestran que los resultados de atenuación del sonido son poco dependientes de la variación de este parámetro en un amplio rango.

Se realizaron numerosos análisis de sensibilidad con respecto a la frecuencia de emisión, la época del año en CAN 114 y CAN 100 - CAN 108, la corriente predominante en CAN 100 - CAN 108, el tipo de suelos en CAN 100 - CAN 108 y la profundidad de agua dentro del rango correspondiente a cada sector. Un resumen ilustrativo de los mismos se presenta a continuación.

En la Tabla 4 se presenta el análisis de sensibilidad con respecto a la frecuencia, a la Estación del año y al tipo de suelo predominante en las áreas CAN 100 y CAN 108, considerando la profundidad menor del entorno del área operativa (900 m) y una verificación para la profundidad más alta (4.100 m).

En la Tabla 5 se presenta el análisis de sensibilidad con respecto a la corriente predominante en las áreas CAN 100 y CAN 108 y al tipo de suelo en las áreas CAN 100 y CAN 108, considerando la profundidad menor del entorno del área operativa (900 m) y una verificación para la profundidad más alta (4.100 m).

En la Tabla 6 se presenta el análisis de sensibilidad con respecto a la frecuencia y a la Estación del año en el área CAN 114, considerando la profundidad más baja del área operativa (1.300 m) y una verificación para la mayor profundidad (3.000 m).

Cada tabla incluye la nomenclatura de la simulación, la profundidad adoptada en la corrida, la condición de velocidad del sonido adoptada, la frecuencia de emisión, y la distancia en la cual las Pérdidas de Transmisión Teóricas (TL) alcanzan 49,3 dB en cualquier profundidad para cada uno de los modelos empleados, valor umbral correspondiente al TTS para Cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), según la Tabla 3.

La mayor frecuencia del rango de emisión máxima (80 Hz) es la que presenta un decaimiento menor, correspondiendo para esta frecuencia una mayor distancia hasta alcanzar el nivel umbral.

En la Figura 3 se presenta el análisis de sensibilidad a la influencia de las diferentes condiciones de velocidad del sonido para las áreas CAN 100 y CAN 108, mientras que en la Figura 4 se representan los resultados correspondientes a las corrientes de Malvinas y de Brasil.



Si bien dentro de un rango espacial de 10 metros y considerando el valor umbral TTS para VHF todos los resultados son similares, resulta ligeramente más conservativo el escenario de corriente de Malvinas en el rango de distancias de interés. En relación con la estacionalidad, resulta ligeramente más conservativo el escenario de Verano. Para la mayor profundidad en el rango de distancias de interés se produce una menor atenuación (es decir, es menos conservativa).

La evaluación de la influencia de las diferentes condiciones de velocidad del sonido, correspondientes a las diferentes estaciones del año para CAN 114 (ver Figura 5), indica que, si bien hay escasa diferencia en todas las estaciones, resulta ligeramente más conservativo el escenario de primavera para los dos modelos empleados. Con respecto a la influencia de la profundidad, si bien también es pequeña, resulta más conservativa la menor de ellas.

**Tabla 4. Síntesis de simulaciones de sensibilidad a la Estación del año y al tipo de material del lecho realizadas para CAN 100 y CAN 108, y resultados sobre la distancia correspondiente a una Pérdida de Transmisión Teórica (TL) de 49,3 dB, umbral TTS para Cetáceos de frecuencias muy altas**

**Tipo de Suelo Fango**

Nomenclatura	Profundidad Adoptada (m)	Estación del Año	Frecuencia (Hz)	Distancia TTS VHF (m)	Distancia TTS VHF (m)
			Modelo:	Bellhop	RAMS
100/108-Pmin-V-05	900	Verano	5	50	130
100/108-Pmin-V-50	900	Verano	50	400	410
100/108-Pmin-V-80	900	Verano	80	500	540
100/108-Pmin-O-80	900	Otoño	80	500	520
100/108-Pmin-I-80	900	Invierno	80	490	500
100/108-Pmin-P-80	900	Primavera	80	500	510
100/108-Pmax-V-80	4.100	Verano	80	470	480
100/108-Pmax-O-80	4.100	Otoño	80	470	470
100/108-Pmax-I-80	4.100	Invierno	80	470	460
100/108-Pmax-P-80	4.100	Primavera	80	470	460

**Tipo de Suelo Arenas**

Nomenclatura	Profundidad Adoptada (m)	Estación del Año	Frecuencia (Hz)	Distancia TTS VHF (m)	Distancia TTS VHF (m)
			Modelo:	Bellhop	RAMS
100/108-A-Pmin-V-50	900	Verano	5	50	130
100/108-A-Pmin-V-50	900	Verano	50	410	510
100/108-A-Pmin-V-80	900	Verano	80	560	610
100/108-A-Pmin-O-80	900	Otoño	80	560	610
100/108-A-Pmin-I-80	900	Invierno	80	550	560
100/108-A-Pmin-P-80	900	Primavera	80	560	570
100/108-A-Pmax-V-80	4.100	Verano	80	470	470



**Tabla 5. Síntesis de simulaciones de sensibilidad a las Corrientes Marinas y al tipo de material del lecho realizadas para CAN 100 y CAN 108, y resultados sobre la distancia correspondiente a una Pérdida de Transmisión Teórica (TL) de 49,3 dB, umbral TTS para Cetáceos de frecuencias muy altas**

**Tipo de Suelo Fango**

Nomenclatura	Profundidad Adoptada (m)	Condición de convergencia de corrientes	Frecuencia (Hz)	Distancia TTS VHF (m)	Distancia TTS VHF (m)
Modelo:				Bellhop	RAMS
100/108-Pmin-CB-80	900	Corriente Brasil	80	500	510
100/108-Pmin-CM-80	900	Corriente Malvinas	80	500	510
100/108-Pmax-CB-80	4.100	Corriente Brasil	80	470	460
100/108-Pmax-CM-80	4.100	Corriente Malvinas	80	470	460

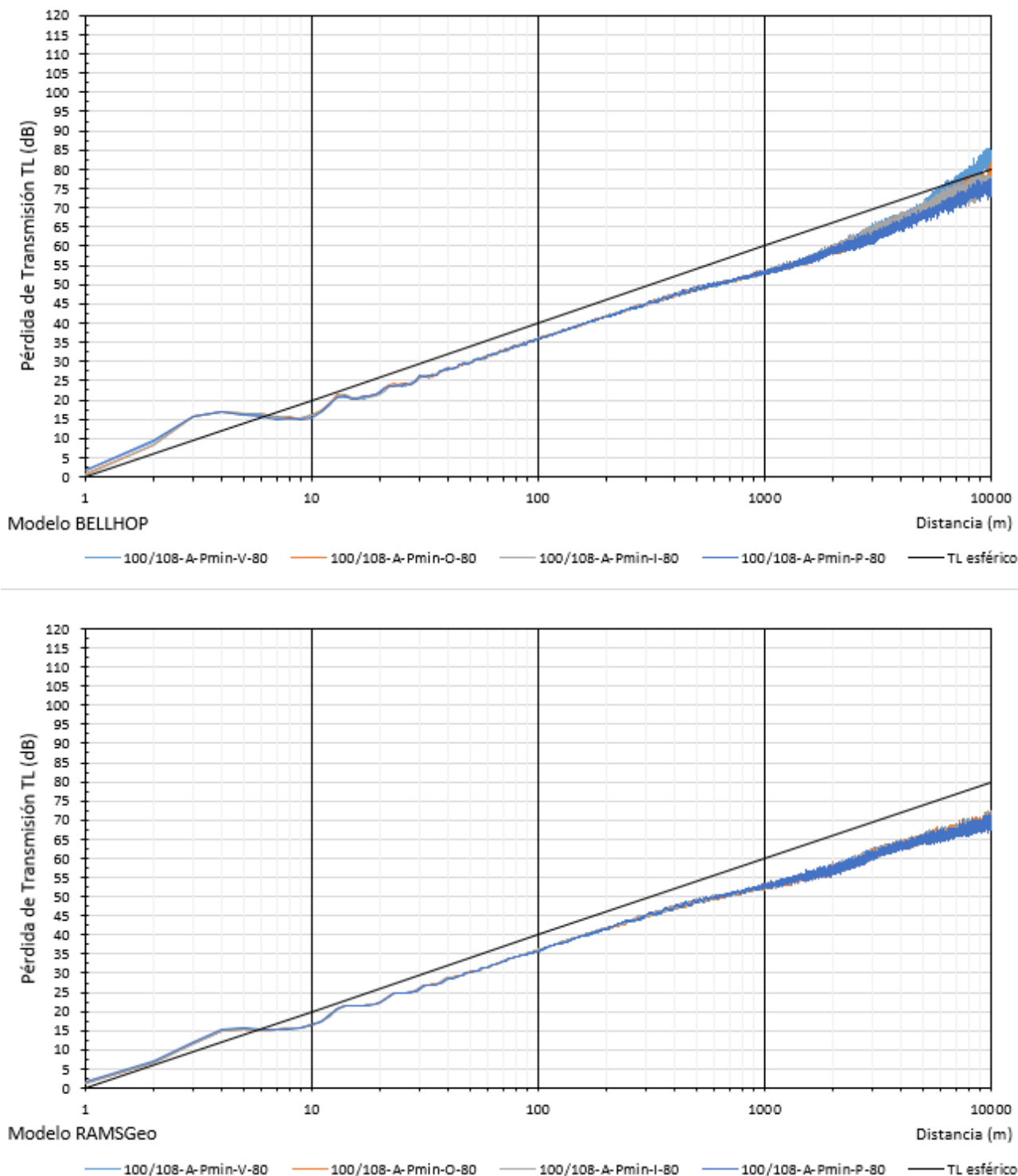
**Tipo de Suelo Arenas**

Nomenclatura	Profundidad Adoptada (m)	Condición de convergencia de corrientes	Frecuencia (Hz)	Distancia TTS VHF (m)	Distancia TTS VHF (m)
Modelo:				Bellhop	RAMS
100/108-A-Pmin-CB-80	900	Corriente Brasil	80	550	570
100/108-A-Pmin-CM-80	900	Corriente Malvinas	80	550	570
100/108-A-Pmax-CB-80	4.100	Corriente Brasil	80	470	460
100/108-A-Pmax-CM-80	4.100	Corriente Malvinas	80	470	460

**Tabla 6. Síntesis de simulaciones de sensibilidad a la Estación del año realizadas para CAN 114 (suelos tipo fango), y resultados sobre la distancia correspondiente a una Pérdida de Transmisión Teórica (TL) de 49,3 dB, umbral TTS para Cetáceos de frecuencias muy altas**

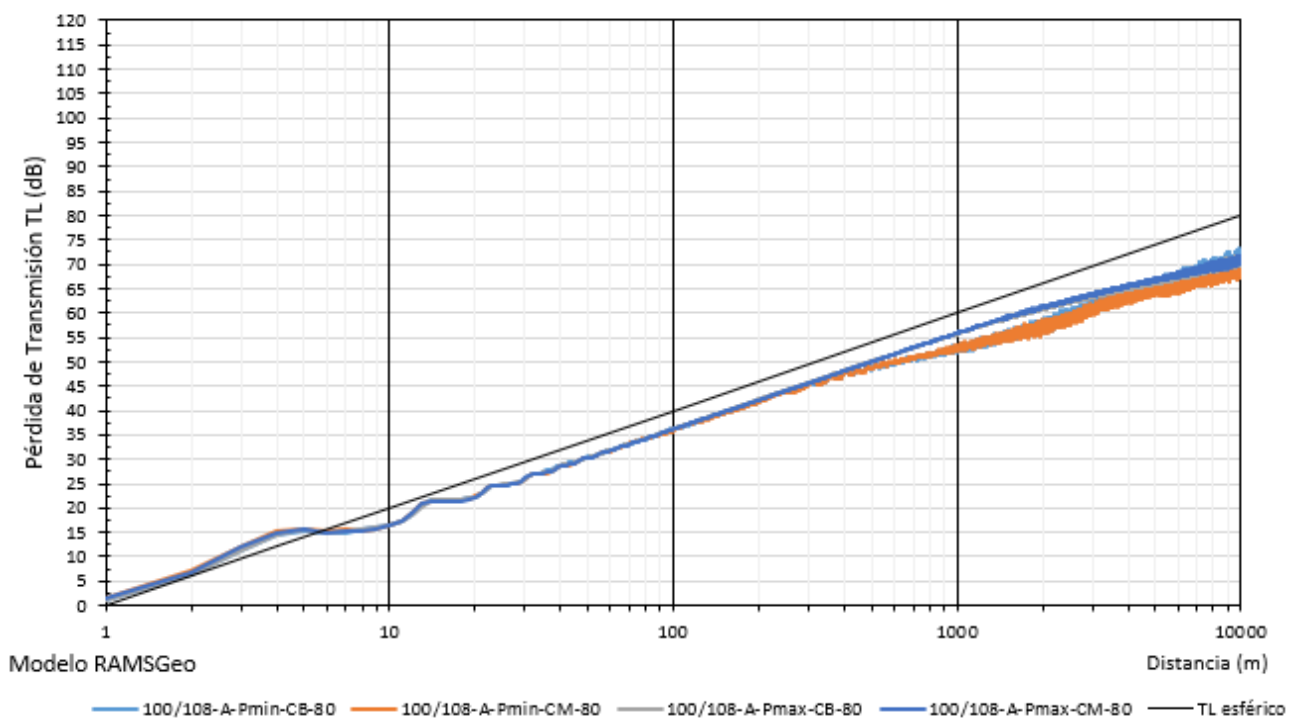
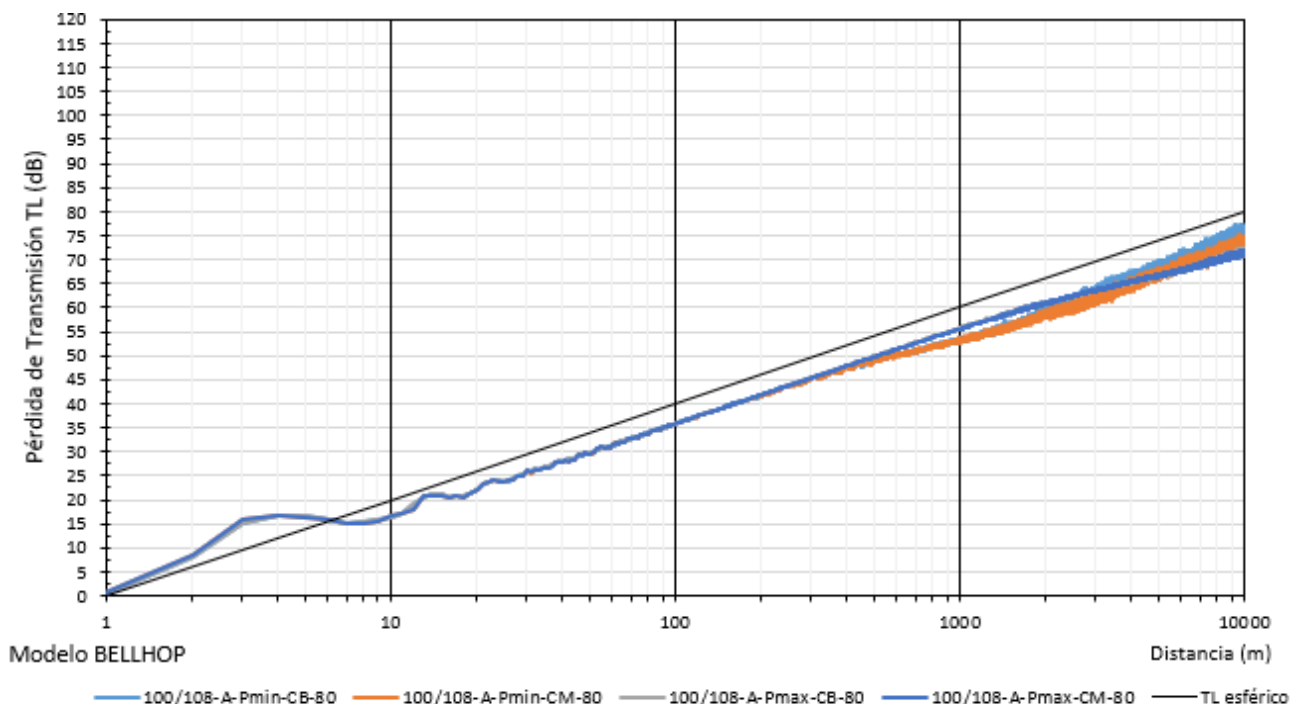
Nomenclatura	Profundidad Adoptada (m)	Estación del Año	Frecuencia (Hz)	Distancia TTS VHF (m)	Distancia TTS VHF (m)
			Modelo	Bellhop	RAMS
114-Pmin-V-05	1.300	Verano	5	50	100
114-Pmin-V-50	1.300	Verano	50	370	390
114-Pmin-V-80	1.300	Verano	80	500	510
114-Pmin-O-80	1.300	Otoño	80	490	500
114-Pmin-I-80	1.300	Invierno	80	480	490
114-Pmin-P-80	1.300	Primavera	80	490	500
114-Pmax-V-80	3.000	Verano	80	470	470

En función de los resultados de las modelizaciones realizadas, es posible apreciar (en la Tabla 4 a la Tabla 6) que los resultados obtenidos en cuanto a la atenuación o pérdida de transmisión en función de la distancia para la frecuencia de 80 Hz, son muy similares para todas las condiciones simuladas, lo cual implica que a los efectos prácticos éstos resultados son poco sensibles a la época del año y a la profundidad de agua, siendo ésta una zona de grandes profundidades (profundidades entre 900 m y 4.100 m para ambas áreas).



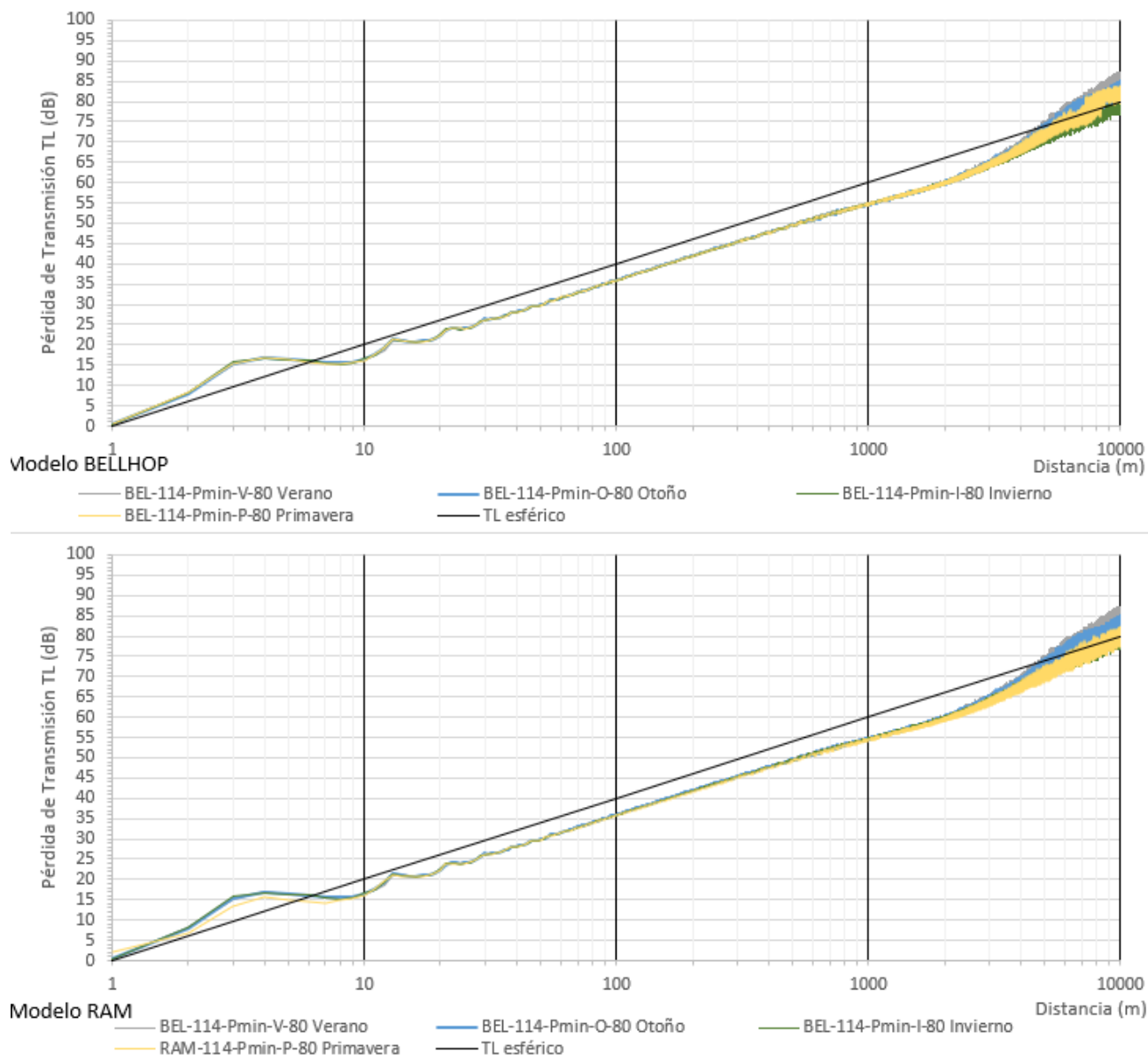
**Figura 3. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido mínima en función de la distancia al punto de emisión. CAN 100 y CAN 108. Suelo tipo Arenas. Profundidad mínima. Sensibilidad a la velocidad del sonido según la Estación del año**





**Figura 4. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido mínima en función de la distancia al punto de emisión. CAN 100 y CAN 108. Suelo tipo Arenas. Sensibilidad a la velocidad del sonido según la corriente predominante (Brasil – CB) o Malvinas (CM) y a la profundidad**



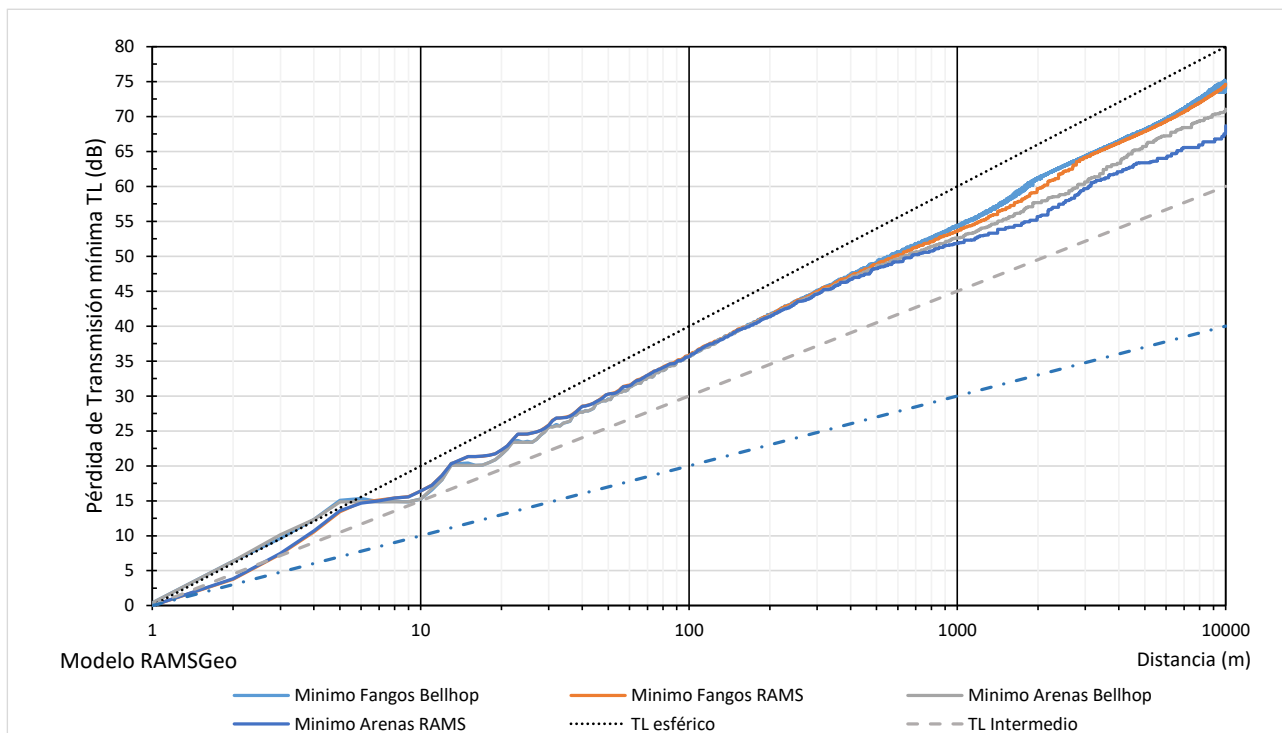


**Figura 5. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido mínima en función de la distancia al punto de emisión. CAN 114. Sensibilidad a la velocidad del sonido según la Estación del año**

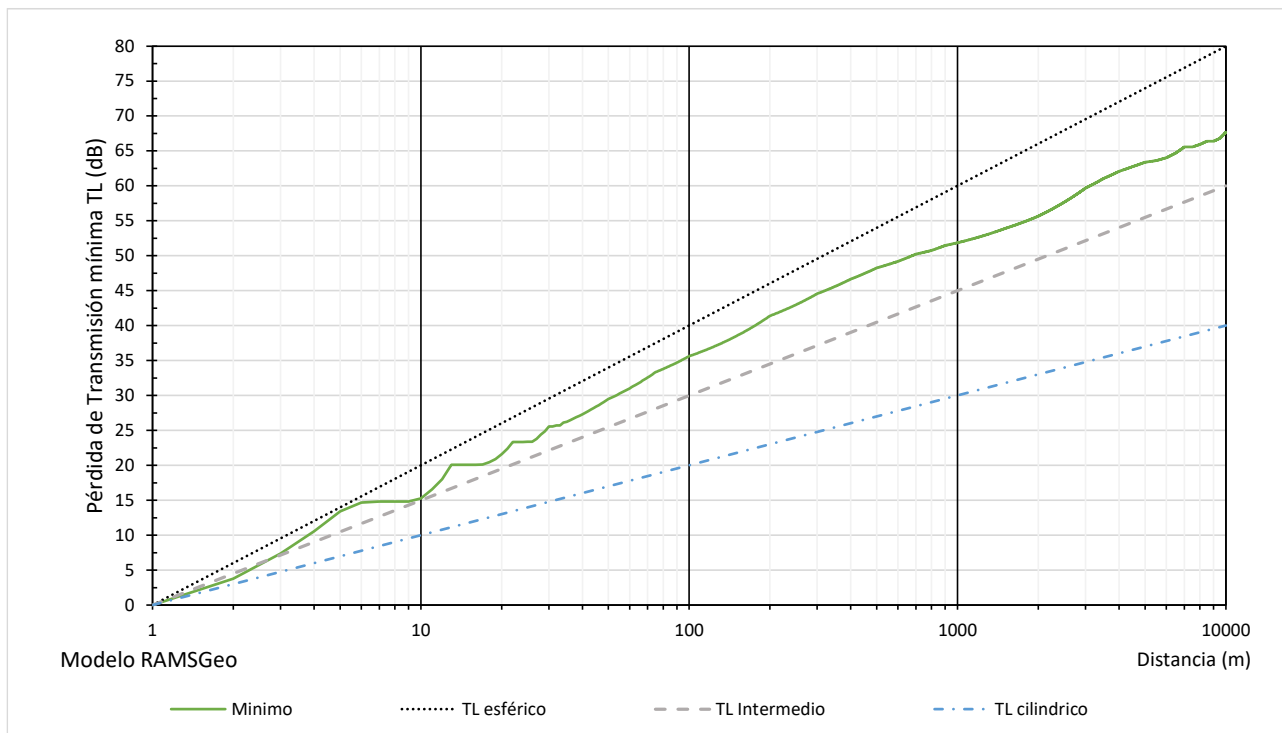
Aunque la mayor parte de las áreas CAN 100 y CAN 108 presentan fangos en el lecho marino, existen arenas en zonas poco profundas hacia el Oeste, y también se han detectado lentes de arena al Este en los testigos disponibles de la zona más profunda, se ha considerado la condición más conservativa para toda la zona a relevar, que es la correspondiente a lecho de arena. Se consideraron además los resultados que presentan menor pérdida de transmisión, es decir, mayores distancias para alcanzar una dada atenuación en dB, los cuales corresponden al modelo RAMS. Cabe mencionar que de todas formas, las diferencias en las distancias a las cuales se alcanza el umbral TTS para VHF son de solo unas decenas de metros entre ambos modelos.

La Pérdida de Transmisión envolvente mínima en las áreas CAN 100 y CAN 108 para suelos tipo fango y arena correspondiente a todas las modelaciones para las profundidades extremas y para ambos tipos de suelo se presenta en la Figura 6 y en la Figura 7, comparada con las pérdidas geométricas por dispersión esférica, intermedia y cilíndrica. Se puede apreciar que el resultado se encuentra comprendido entre las condiciones de dispersión esférica e intermedia.



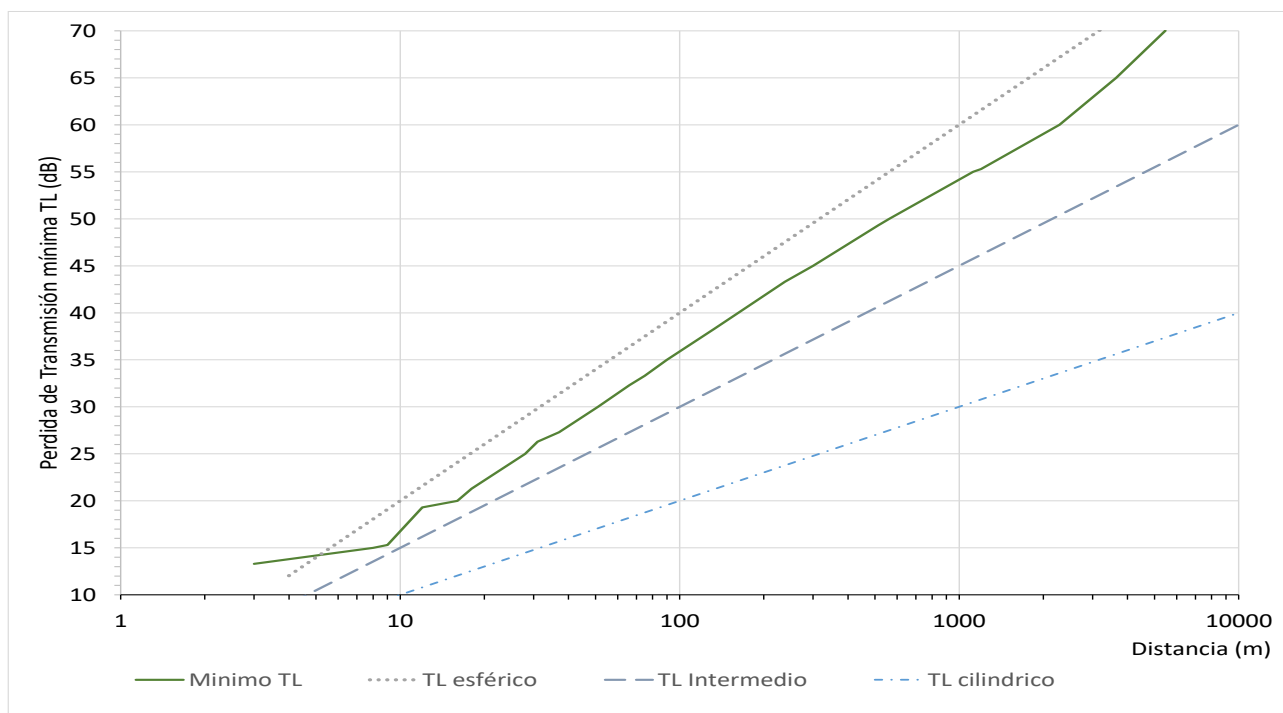


**Figura 6. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido en función de la distancia al punto de emisión (comparación de valores mínimos). Áreas CAN 100 y CAN 108**



**Figura 7. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido en función de la distancia al punto de emisión (Envoltente de valores mínimos suavizada). Áreas CAN 100 y CAN 108**

La Pérdida de Transmisión envoltente mínima en el área CAN 114 para suelos tipo fango se presenta en la Figura 8 (suavizando leves oscilaciones), comparada con las pérdidas geométricas por dispersión esférica, intermedia y cilíndrica.



**Figura 8. Pérdida de la Transmisión Teórica (TL) del sonido en función de la distancia al punto de emisión (Envoltorio de valores mínimos suavizada). Área CAN 114**

Los resultados obtenidos para CAN 100 y CAN 108 se presentan en la Tabla 7 clasificados por Grupo Auditivo. Se puede apreciar que la condición más exigente que se corresponde con la pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), cuyo umbral se alcanza a unos 610 metros de la fuente, seguida de la pérdida auditiva permanente (PTS) de los mismos mamíferos, cuyo umbral se alcanza a unos 260 metros.

En el caso de las ballenas, que son cetáceos de frecuencia auditiva baja (LF), el umbral de TTS se alcanza a casi 70 metros de distancia de la fuente, y el de PTS se alcanza a 35 metros.

Los resultados obtenidos para CAN 114 se presentan en la Tabla 8 clasificados por Grupo Auditivo. Estos resultados son similares a los de las áreas anteriores, aunque las distancias a las que se alcanzan los umbrales son ligeramente menores.

Se puede apreciar que la condición más exigente que se corresponde con la pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), cuyo umbral se alcanza a unos 510 metros de la fuente, seguida de la pérdida auditiva permanente (PTS) de los mismos mamíferos, cuyo umbral se alcanza a unos 240 metros.

En el caso de las ballenas, que son cetáceos de frecuencia auditiva baja (LF), el umbral de TTS se alcanza a los 66 metros de distancia de la fuente, y el de PTS se alcanza a unos 31 metros.



**Tabla 7. 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 $\mu$ 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
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	68
Peces CON vejiga natatoria	207	38,3	150
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 8. 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 $\mu$ 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
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	66
Peces CON vejiga natatoria	207	38,3	130
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

Los resultados de distancias para superación de umbrales de SPL obtenidos se presentan en la Tabla 9 para CAN 100 y CAN 108 y en la Tabla 10 para CAN 114, ordenados por distancia a la fuente de emisión.

La distancia a la zona de emisión para la cual se obtiene una atenuación de 49,3 dB, umbral TTS para Cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), a los efectos prácticos es del orden de 610 metros para las áreas CAN 100 y CAN 108, y de 510 metros para el área CAN 114. El límite convencional de afectación SPL pK 190 dB re 1  $\mu$ Pa (0-p) se alcanza a los 1.900 m en las áreas CAN 100 y CAN 108 y 1.200 m en el área CAN 114.



**Tabla 9. Síntesis de Distancias a la fuente ordenadas para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas CAN 100 y CAN 108**

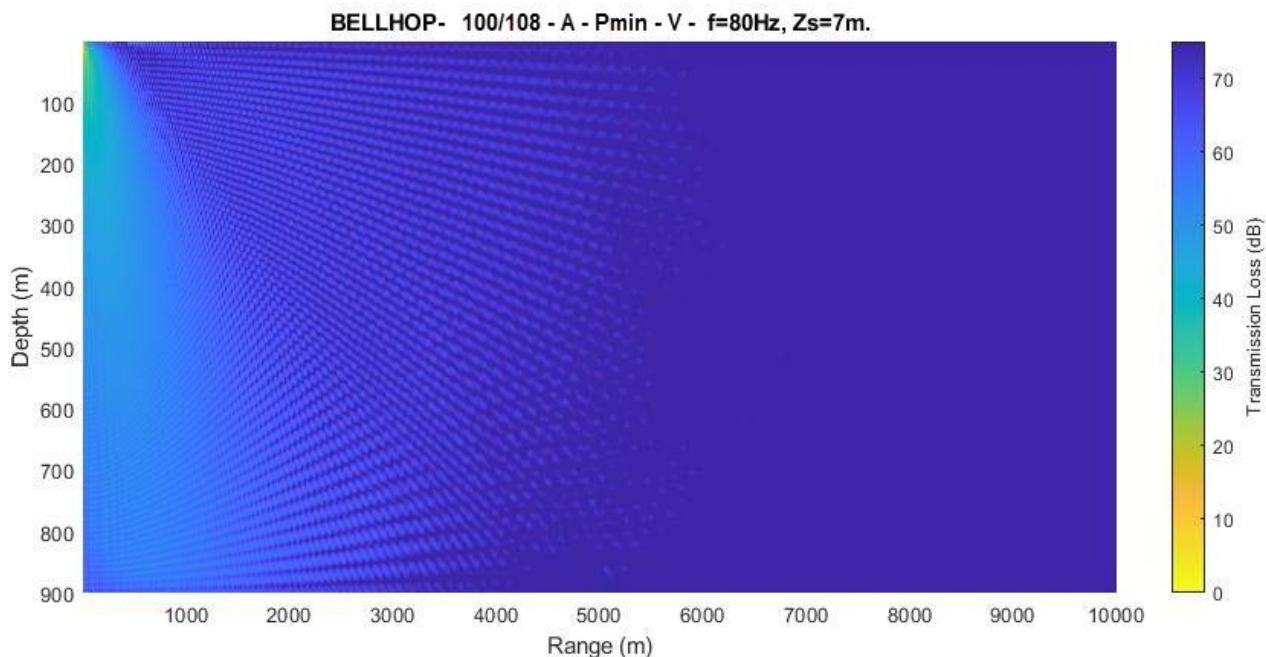
Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 $\mu$ Pa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
PTS - PO	232	13,3	4
PTS - HF	230	15,3	10
TTS - PO	226	19,3	12
TTS - HF	224	21,3	19
PTS - LF	219	26,3	35
PTS - PW	218	27,3	39
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	68
TTS - LF	213	32,3	68
TTS - PW	212	33,3	74
Peces CON vejiga natatoria	207	38,3	150
PTS - VHF	202	43,3	260
TTS - VHF	196	49,3	610
Limite convencional de afectación	190	55,3	1.900

**Tabla 10. Síntesis de Distancias a la fuente ordenadas para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Área CAN 114**

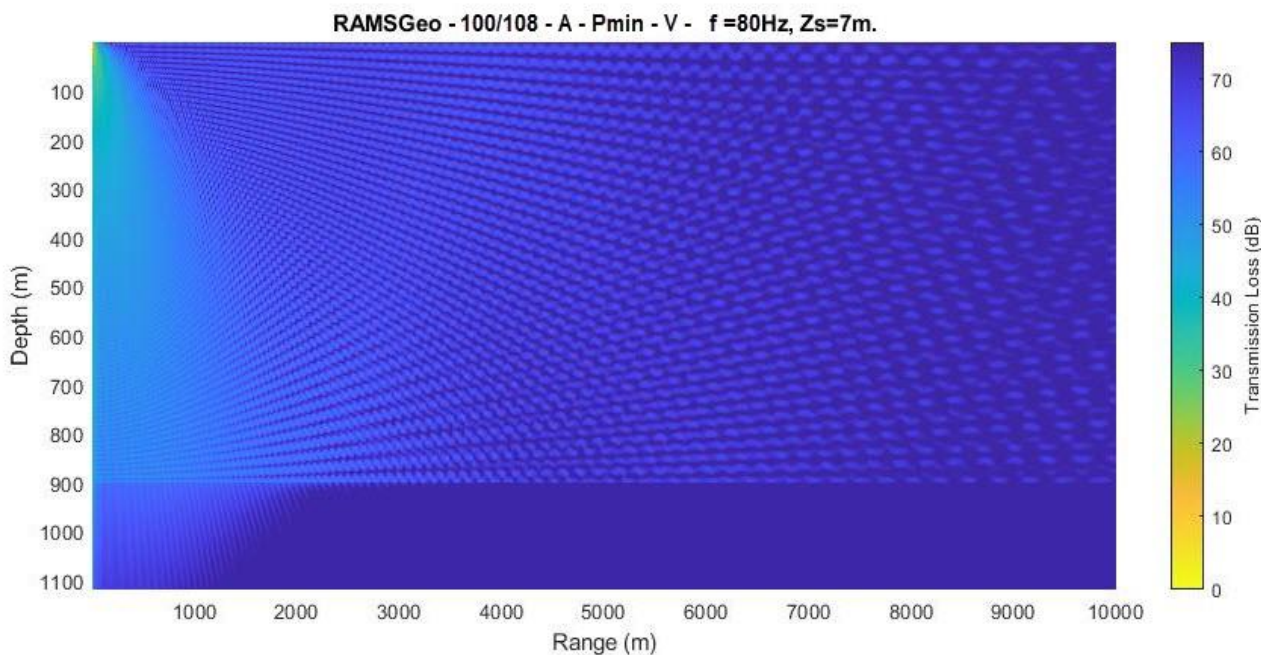
Grupo Auditivo	SPL pK (0-p) (dB re 1 $\mu$ Pa)	TL necesario (dB)	Distancia (m)
PTS - PO	232	13,3	3
PTS - HF	230	15,3	9
TTS - PO	226	19,3	12
TTS - HF	224	21,3	18
PTS - LF	219	26,3	31
PTS - PW	218	27,3	37
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	66
TTS - LF	213	32,3	66
TTS - PW	212	33,3	75
Peces CON vejiga natatoria	207	38,3	130
PTS - VHF	202	43,3	240
TTS - VHF	196	49,3	510
Limite convencional de afectación	190	55,3	1.200

En las siguientes figuras se ilustra la Pérdida de Transmisión en forma bidimensional para algunas de las simulaciones a modo de ejemplo.



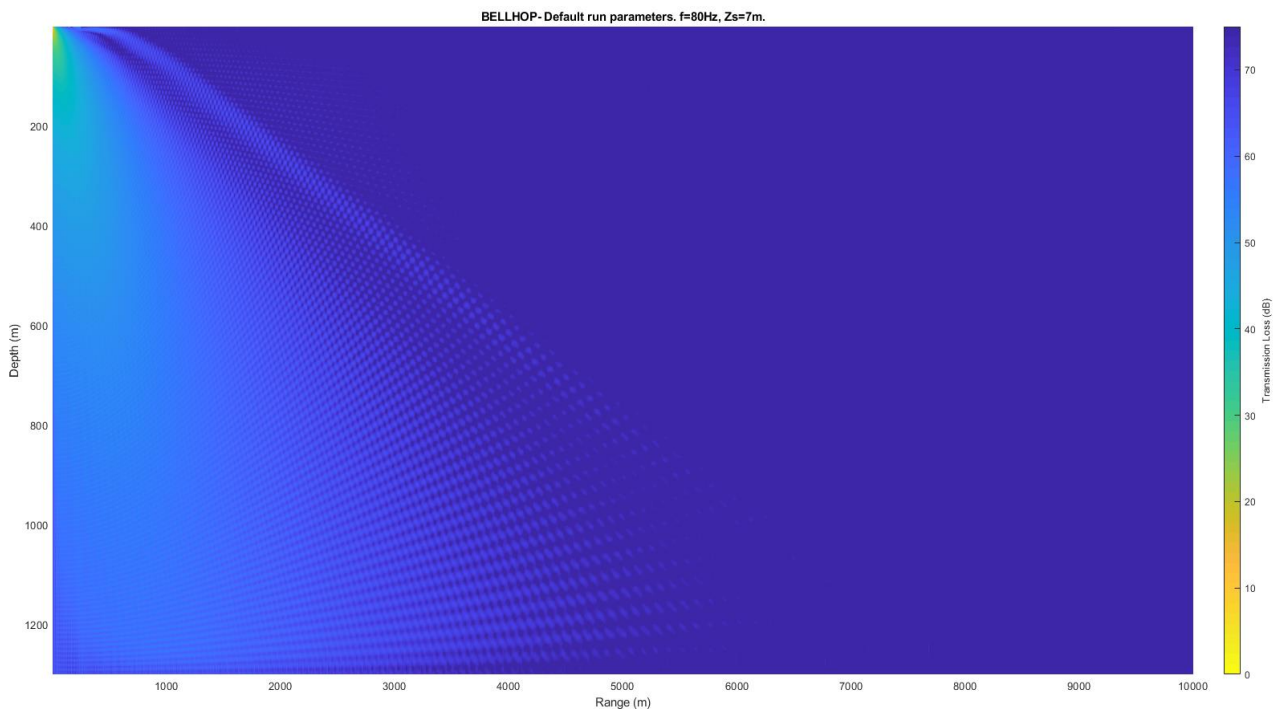


**Figura 9. Pérdida de la Transmisión Teórica bidimensional del sonido con la distancia al punto de emisión. CAN 100 y CAN 108. Simulación 100/108-A-Pmin-V-80 (mínima profundidad – verano). Suelo Arenas. Modelo Bellhop**

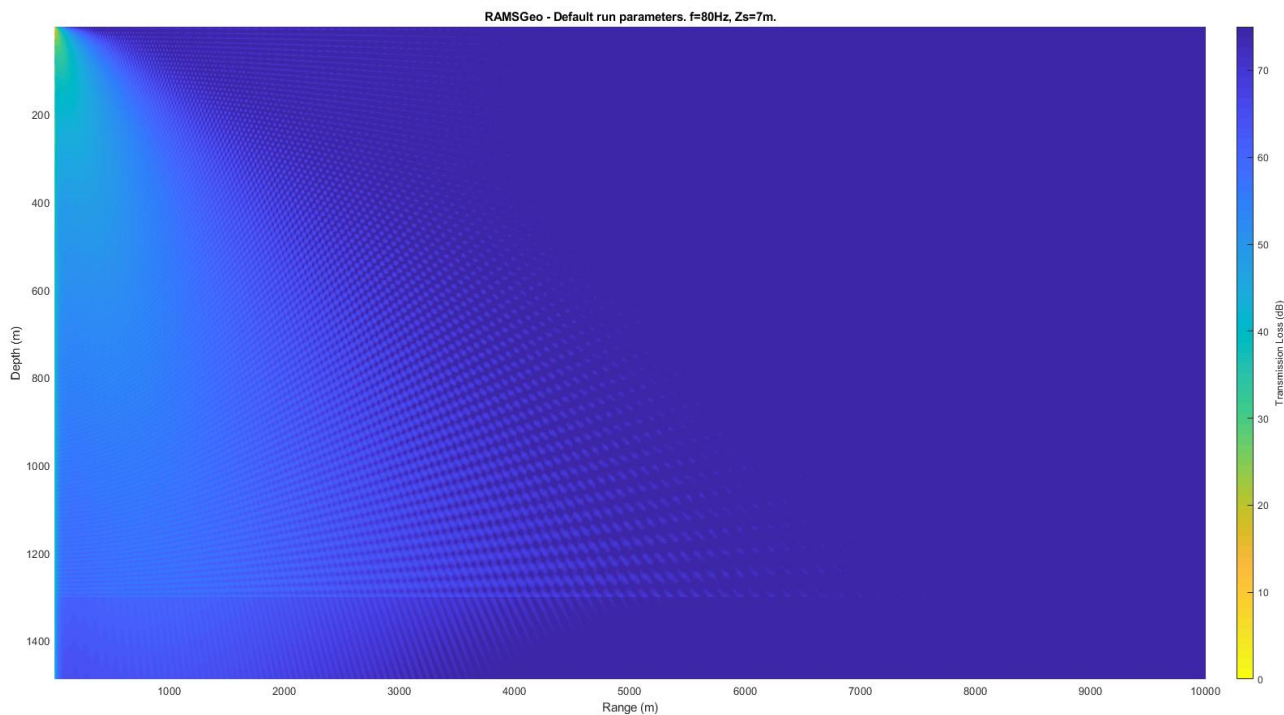


**Figura 10. Pérdida de la Transmisión Teórica bidimensional del sonido con la distancia al punto de emisión. CAN 100 y CAN 108. Simulación 100/108-A-Pmin-CM-80 (mínima profundidad – verano). Suelo Arenas. Modelo RAMS**





**Figura 11. Pérdida de la Transmisión Teórica bidimensional del sonido con la distancia al punto de emisión. CAN 114. Simulación 114-Pmin-P-80 (mínima profundidad – primavera). Modelo Bellhop**



**Figura 12. Pérdida de la Transmisión Teórica bidimensional del sonido con la distancia al punto de emisión. CAN 114. Simulación 114-Pmin-P-80 (mínima profundidad – primavera). Modelo RAMS**



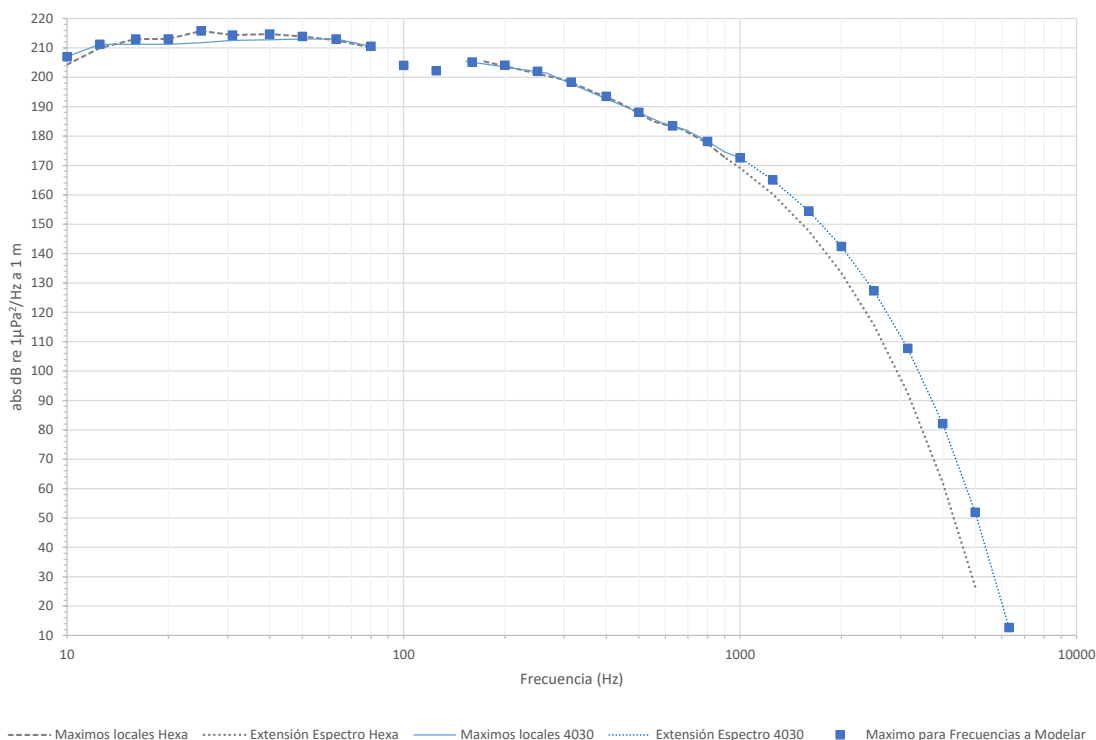
### 5.3 MODELACIÓN DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO

Otro de los criterios para analizar el impacto del sonido sobre la biota, además de considerar la amplitud sonora SPLPEAK o valor pico del SPL (0-p) en dB re 1  $\mu\text{Pa}$  que recibe, es analizar el Nivel de Exposición Acústica (SEL o LE), que 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. 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).

Conceptualmente, el procedimiento para calcular la acumulación del SEL, que se suele denominar como SELcum en la bibliografía, consiste en ir sumando las contribuciones de cada emisión sísmica percibidas por el animal receptor del sonido, considerando la distancia al arreglo en la que se encuentra, el rango de profundidad en que se puede encontrar, la trayectoria del mismo, y su capacidad de percepción (audiograma).

A los efectos del cálculo del SEL dentro de la banda auditiva de las especies que se encuentran en la zona de trabajo, se discretiza el espectro normalmente hasta una frecuencia de 125 kHz. La forma del espectro se considera detalladamente en el rango inicial de frecuencias menores a unos 100 Hz, mientras que se simplifica para frecuencias mayores considerando tendencias de decaimiento de la intensidad sonora máxima en dB, para poder luego discretizarlo.

En la Figura 13 se ilustran los espectros y los valores adoptados para cada una de las frecuencias consideradas para la discretización en 1/3 de octavas a los efectos del cálculo de la propagación, que son los valores máximos para cada frecuencia entre los dos tipos de arreglos que podrían emplearse. La frecuencia máxima con aportes al SEL resulta ser la de 6,3 kHz.



**Figura 13. Firma vertical extendida simplificada y extrapolada del espectro de ambos arreglos y valores máximos adoptados para las frecuencias del espectro discretizado.**

Para el cálculo de la propagación con frecuencias altas se torna relevante la pérdida por absorción, la cual recién a partir de los 1.600 Hz comienza a ser del orden de 0,1 dB/km, y para 10 kHz ya supera 1 dB/km, con lo cual el decaimiento para frecuencias de ese orden o superiores resulta muy significativo.

Se calculó la Pérdida de Transmisión TL bidimensional con la distancia a la fuente para la serie de 29 frecuencias representativas dentro del rango del espectro correspondientes al valor central de cada banda, considerando la condición del medio acuático y del lecho marino más conservativa dentro de las ensayadas (Primavera y lecho marino con Gravas). Se utilizó el modelo RAMS para frecuencias bajas (dado que genera valores de TL más reducidos y además es apropiado para ese rango), y el modelo BELLHOP para frecuencias altas (iguales o mayores a 1 KHz).

Luego se calculó la Pérdida de Transmisión mínima TL<sub>min</sub> en toda la columna de agua para cada frecuencia, y dado que los valores obtenidos presentan fluctuaciones espaciales significativas, se realizó un proceso espacial adicional para determinar el valor de TL<sub>min</sub> para cada distancia a la fuente.

A partir del valor de SEL teórico de emisión del arreglo a 1 metro, en el punto central cada banda, se obtiene la secuencia de SEL propagados, restando el valor de TL<sub>min</sub> correspondiente según la distancia “d” al punto de emisión. El valor de SEL para cada banda luego es filtrado para cada especie calculando el dB<sub>ha</sub> (ha: “habilidad de oír” - hearing ability -), lo cual significa que la intensidad del sonido percibida es “reducida” por un filtro dependiente de la frecuencia.

El nivel expresado en esta escala es diferente para cada especie y corresponde a la percepción del sonido por la especie. Las especies consideradas son las 5 siguientes: LF (Cetáceos de frecuencias bajas), HF (Cetáceos de frecuencias altas, considerados como “medias” en algunas fuentes), VHF (Cetáceos de frecuencias muy altas, considerados como “altas” en algunas fuentes), PW (Carnívoros Fócidos), PO (Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros). Para los peces se considera el valor SEL sin filtrar. Se emplearon las funciones de audición (audiogramas) de las diferentes especies propuestas por el National Marine Fisheries Service (2016). A modo de ejemplo, se presentan en la Figura 14 los valores de transmisión máxima del SEL sin filtrar.

Para calcular el valor del SEL<sub>cum</sub> en primer lugar se plantearon escenarios posibles entre la trayectoria de la línea sísmica que recorre el arreglo mientras que emite el sonido, y la trayectoria del animal, considerando los antecedentes disponibles en los estudios citados sobre comportamientos evasivos de mamíferos marinos en el Capítulo 7 de evaluación de impactos.

Se considera una fuente constituida por un arreglo que se desplaza en el sentido de las x negativas de la Figura 15, dirección que se define como 0° y que representa cualquiera de las líneas sísmicas relevadas. Se considera que el animal (denominado el “receptor”) se encuentra inicialmente en la línea en que avanza el arreglo, a una dada distancia del punto de arranque de la emisión del sonido. Las direcciones de escape del animal se miden en sentido antihorario con respecto a la del arreglo. Se verifica la distancia inicial a la cual debe encontrarse para no superar los umbrales de PTS y TTS, respectivamente. En todos los casos se ha considerado que el punto inicial se encuentra sobre la línea del relevamiento, siendo ésta una hipótesis conservativa.



Los Escenarios evaluados con respecto al comportamiento del receptor al buscar una ruta de escape son los siguientes (ver la Figura 15):

- a) Se encuentra en un sitio opuesto a la dirección de avance del arreglo, y se desplaza en forma opuesta alejándose del mismo ( $180^\circ$ ) con una velocidad de 2 m/s
- b) Se encuentra en un sitio opuesto a la dirección de avance del arreglo, y se desplaza en forma perpendicular a la dirección de avance del mismo ( $90^\circ$ ) con una velocidad de 2 m/s
- c) Se encuentra en un sitio opuesto a la dirección de avance del arreglo, y se desplaza en forma diagonal alejándose del mismo ( $135^\circ$ ) con una velocidad reducida de 1 m/s
- d) Se encuentra en la línea sísmica en la dirección de avance del arreglo, y se desplaza alejándose del mismo lateralmente ( $60^\circ$ ) con una velocidad incrementada a 4 m/s durante 30 minutos, para luego descender a 2 m/s.



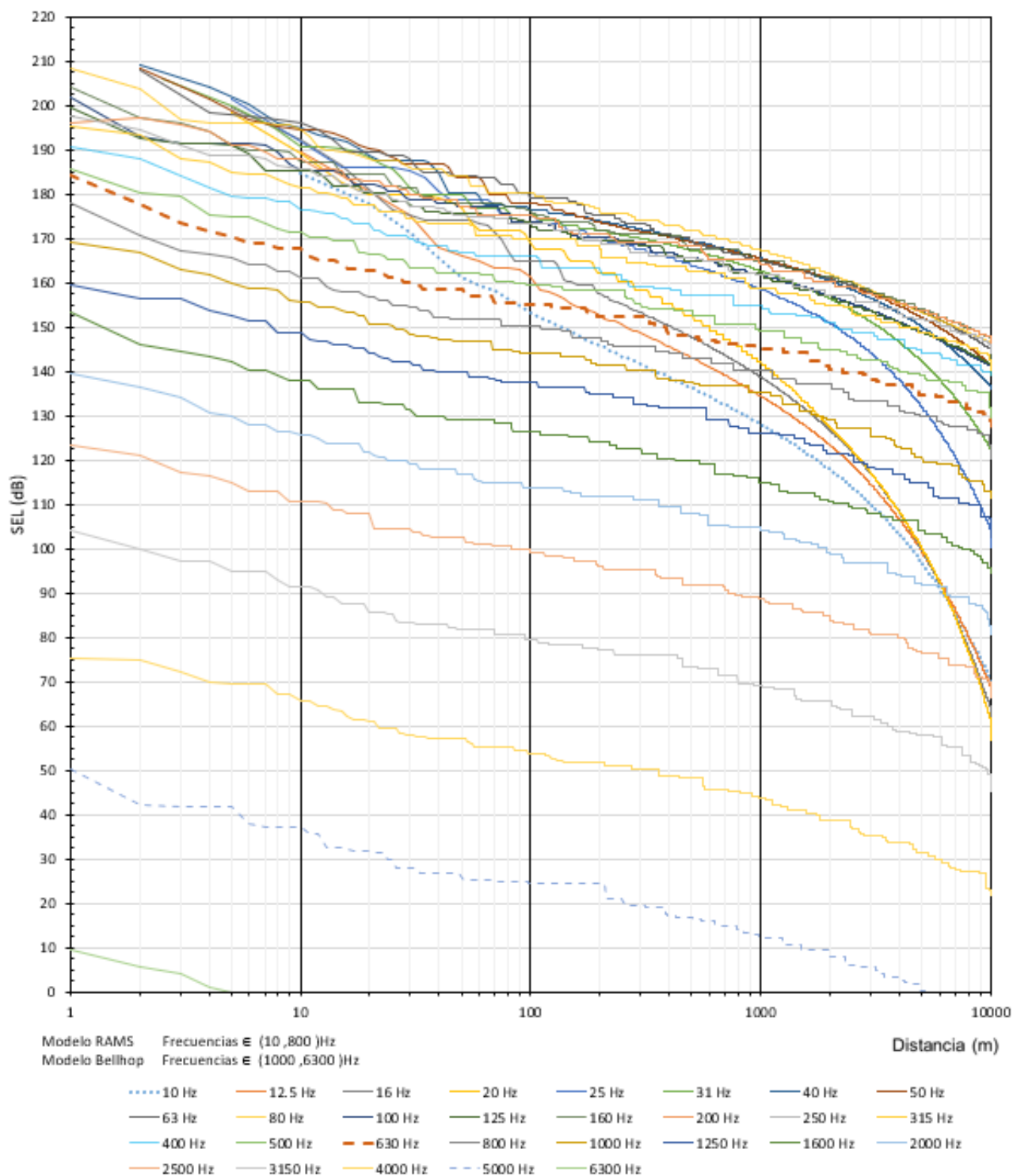
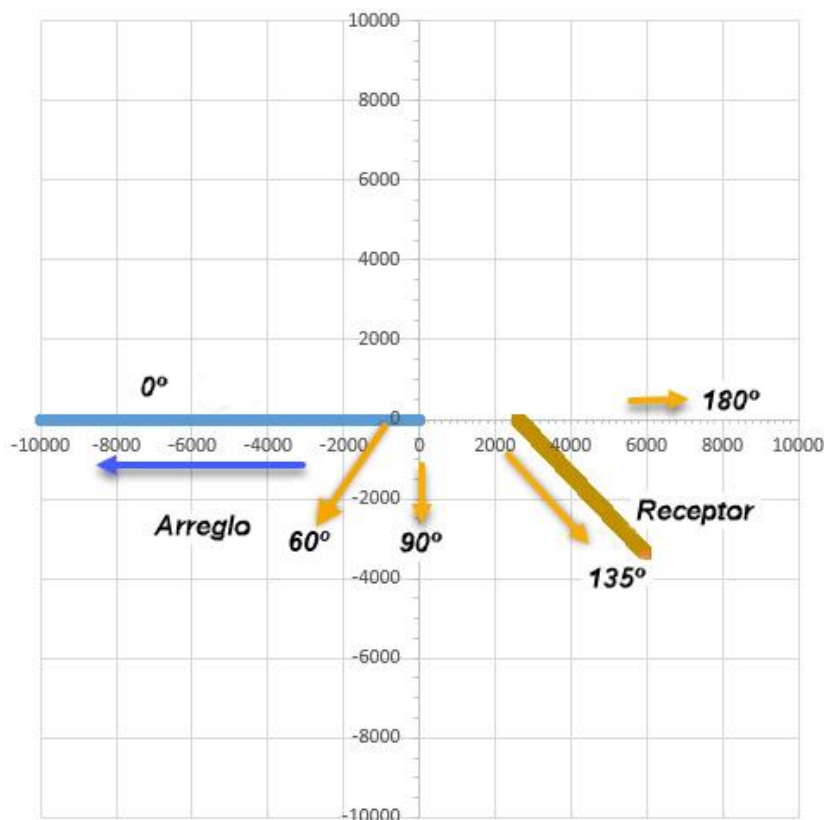


Figura 14. Transmisión máxima del SEL en función de la distancia a la fuente, para cada frecuencia. Valores sin filtrar.



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



**Figura 15. Escenarios de Interrelación entre la trayectoria del arreglo (fuente) y del receptor.**

Luego se calcula la distancia entre el arreglo y el receptor para cada momento en que se realiza emisión del sonido a lo largo de la línea sísmica. Para cada una de las emisiones del arreglo, y en función de la distancia relativa correspondiente a ese instante considerando cada uno de los Escenarios de interrelación evaluados, se calculan los valores de SEL para el punto central de cada banda, interpolando en las series de valores precalculados de SEL(d) dB re  $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$  y las 5 series de valores SEL(d) dBha re  $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ .

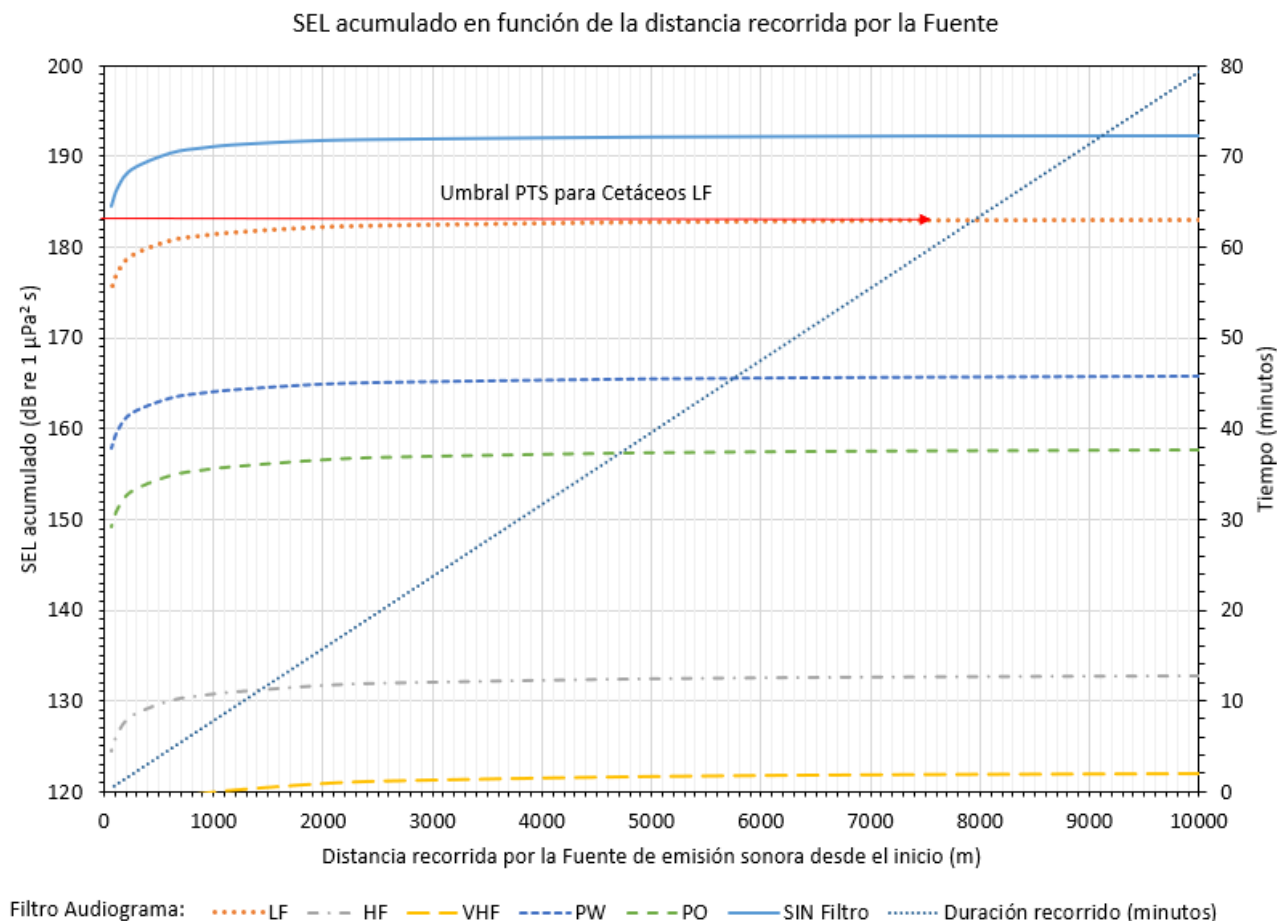
Sumando las contribuciones de cada banda se obtiene el SEL total de cada emisión (en cada instante) para cada Escenario de interrelación planteado para cada especie, y luego se acumulan estos valores obteniendo el SELcum.

En este tipo de estudios para la acumulación del SEL se considera la prospección de una línea sísmica, dado que no se justifica la acumulación por 24 horas, debido a la longitud de cada línea y el tiempo necesario para relevarla y pasar a la siguiente y a la movilidad de los animales potencialmente expuestos. En efecto en este caso, la longitud promedio de las líneas es de 77 km para CAN 114 y de 50 km o 96 km según la opción de orientación del relevamiento para CAN 100 y CAN 108, siendo el tiempo promedio requerido para completar una línea de producción y cambiar de línea variable entre 9,5 horas y 15 horas.

Dado que la fuente sísmica se va alejando de los receptores, llega un punto en el cual ya no se acumula más SEL en forma significativa. Por lo tanto, la acumulación se realiza durante la duración necesaria para que el valor del SELcum alcance un valor máximo y se estabilice, lo cual suele suceder luego de una hora a una hora y media aproximadamente.

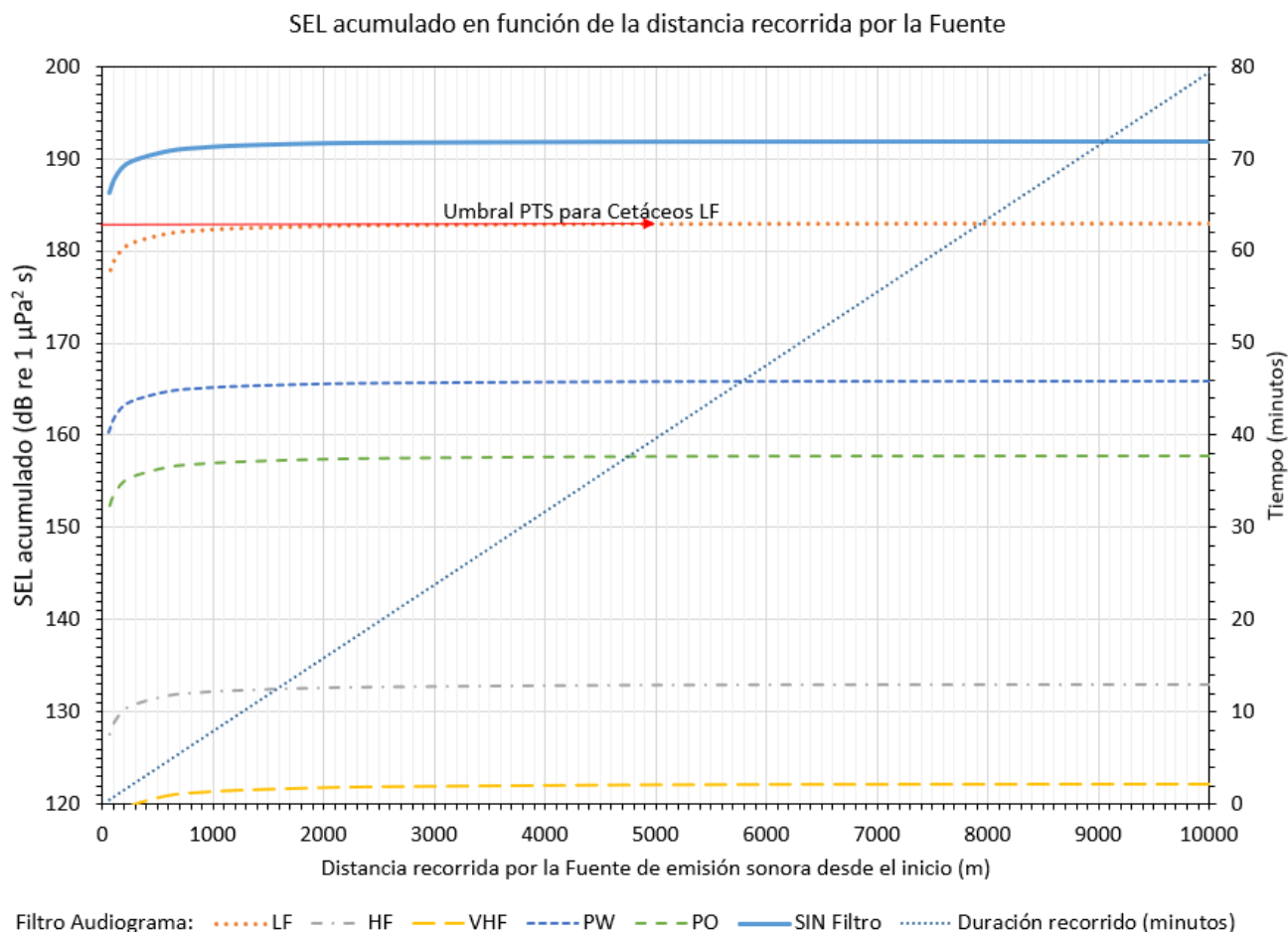


En la Figura 16 (CAN 100 y CAN 108) y en la Figura 17 (CAN 114), se presenta la acumulación del SEL para todas las series con filtro auditivo y sin filtro, considerando un ejemplo particular de Escenario de Interrelación, y se puede apreciar como se alcanza el umbral de PTS en forma asintótica, con la mayor tasa de acumulación durante los primeros 3 o 4 km de recorrido del arreglo. Se indica además el tiempo necesario para recorrer la distancia indicada, que es de unos 40 minutos por cada 5 km de traslado del arreglo.



**Figura 16. Ejemplo de acumulación de SEL en función de la distancia recorrida por el arreglo sísmico, para el Escenario (b) de Interrelación entre la trayectoria del arreglo (fuente) y del animal y una distancia inicial entre ambos de 260 m. Sin medida de mitigación. (CAN 100 y CAN 108)**





**Figura 17. Ejemplo de acumulación de SEL en función de la distancia recorrida por el arreglo sísmico, para el Escenario (b) de Interrelación entre la trayectoria del arreglo (fuente) y del animal y una distancia inicial entre ambos de 185 m. Sin medida de mitigación. (CAN 114)**

En la Tabla 9 y la Tabla 10 se presentaron las distancias a la fuente correspondientes a umbrales de SPL, siendo las más conservativas las correspondientes al sector cuyo lecho marino está compuesto por arenas para CAN 100 y CAN 108, y por fangos para CAN 114.

A continuación se reproduce la información de dicha tabla y se incluyen los valores de SELcum umbrales de PTS y TTS especificados para cada especie en la bibliografía más actualizada citada en el Capítulo 7 de evaluación de impactos, así como las distancias para las cuales los mismos se superarían, en caso de no aplicar medidas de mitigación.

El signo negativo en las distancias indica que la distancia inicial se encuentra en el sentido de avance del arreglo (eje x negativo en la Figura 15).

Los valores indicados como < 10 m, implican que dentro de ese rango no se superan los umbrales, considerándose que el cálculo del SELcum no es preciso a tan cortas distancias del arreglo, en la práctica significa que aun cuando el receptor se encuentre en las adyacencias del arreglo, no sería afectado por PTS o TTS (según corresponda) en cualquiera de los escenarios de Escape.



**Tabla 11. 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 180º	Escape 90º	Escape 135º	Escape 60º
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
Peces SIN vejiga natatoria *	213	68	219	< 10	< 10	< 10	< 10
Peces CON vejiga natatoria *	207	150	201 **	20	25	20	-30
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
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
Limite convencional afectación	190	1.900	-	-	-	-	-

Notas: Escape a 90º (perpendicular) y 180º (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.  
Escape a 60º en la dirección de avance del arreglo con 4 m/s de velocidad durante 30 minutos, luego a 2 m/s.  
Escape a 135º 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 12. 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)
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
Peces SIN vejiga natatoria *	213	66	219	< 10	< 10	< 10	< 10
Peces CON vejiga natatoria *	207	130	201 **	20	25	25	-30
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
TTS: Peces SIN v. n.	-	-	186	510	820	750	-1.070
TTS: Peces CON v. n.	-	-	186	510	820	750	-1.070
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)

Una de las medidas de mitigación típicamente consideradas en relevamientos sísmicos, es el denominado “arranque suave”, que consiste en ir emitiendo el sonido de a una fuente por vez, a los efectos que el cetáceo tenga tiempo suficiente de alejarse del arreglo.

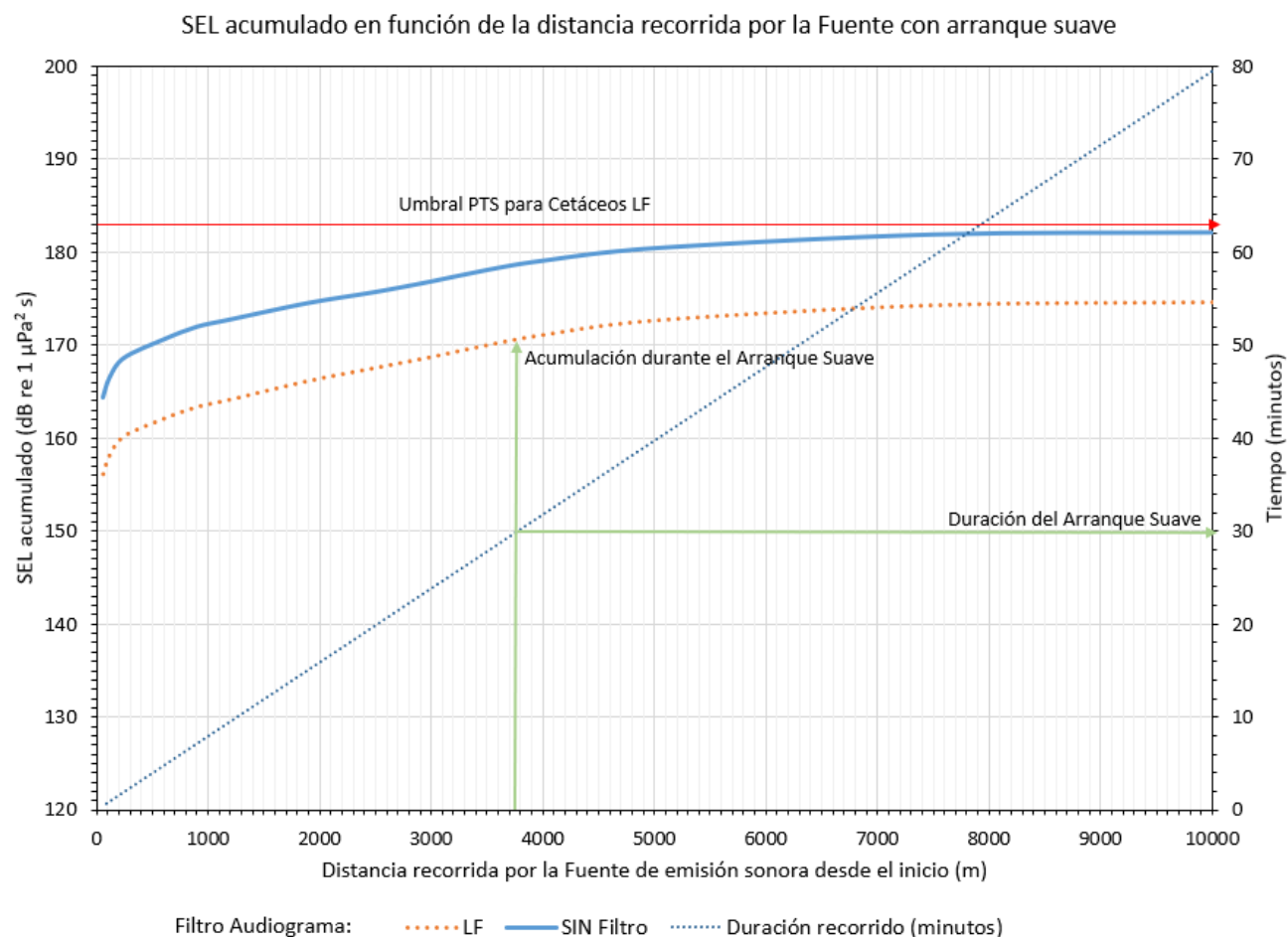
Para el análisis de la acumulación del SEL con arranque suave, se consideraron las condiciones que corresponden al arreglo de 5.400 cu.in. con 36 fuentes de emisión, realizando un arranque progresivo de las mismas en un período de 30 minutos.

Se efectuó la acumulación del SEL considerando que se aplicarán las recomendaciones habituales (IAOG, IAGC, 2017).

En la Figura 18 se presenta la acumulación del SEL para el mismo ejemplo de Escenario anterior (en el área CAN 100 y CAN 108), donde se puede apreciar que estando el receptor a la misma distancia (260 m) y escapar perpendicularmente de igual manera, no se alcanza el umbral de PTS, pues el SELcum con arranque suave es 8,4 dB menor que sin medida de mitigación.

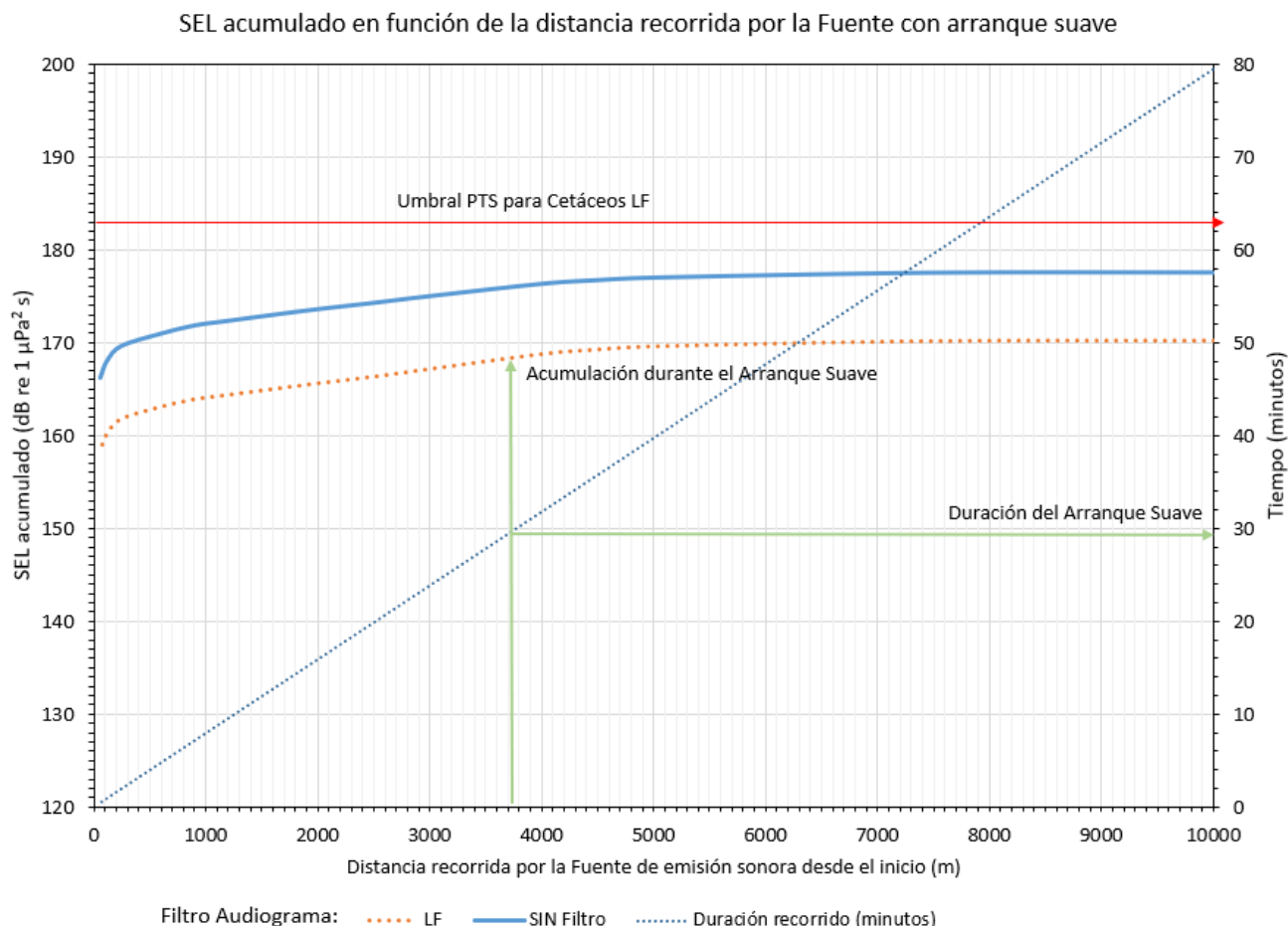


En la Figura 19 se presenta la acumulación del SEL para el mismo ejemplo de Escenario anterior (en el área CAN 114), donde también se puede apreciar que estando el receptor a la misma distancia (185 m) y escapar perpendicularmente de igual manera, no se alcanza el umbral de PTS, pues el SELcum con arranque suave es 12,8 dB menor que sin medida de mitigación.



**Figura 18. Ejemplo de acumulación de SEL en función de la distancia recorrida por el arreglo sísmico, para el Escenario (b) de Interrelación entre la trayectoria del arreglo (fuente) y del receptor, y una distancia inicial entre ambos de 260 m. Con medida de mitigación (arranque suave). (CAN 100 y CAN 108)**





**Figura 19. Ejemplo de acumulación de SEL en función de la distancia recorrida por el arreglo sísmico, para el Escenario (b) de Interrelación entre la trayectoria del arreglo (fuente) y del receptor, y una distancia inicial entre ambos de 185 m. Con medida de mitigación (arranque suave). (CAN 114)**

Este procedimiento de arranque suave aplicado a los cetáceos de rango auditivo bajo (LF), permite estimar las siguientes distancias para PTS y TTS.

**Tabla 13. 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 180º	Escape 90º	Escape 135º	Escape 60º
Grupo Auditivo	SPL peak dB re 1 $\mu\text{Pa}$	Distancia Criterio SPL (m)	SELCum dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$	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 14. 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 180º	Escape 90º	Escape 135º	Escape 60º
Grupo Auditivo	SPL peak dB re 1 µPa	Distancia Criterio SPL (m)	SELcum dB re 1 µPa²s	Distancia Criterio SEL (m)	Distancia Criterio SEL (m)(m)	Distancia Criterio SEL (m)(m)	Distancia Criterio SEL (m)(m)
PTS - LF	219	31	183	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – LF	213	66	168	90	1.050	850	-2.300

## 5.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS DISTANCIAS DE SUPERACIÓN DE UMBRALES DE PTS Y TTS PARA LAS DIFERENTES ESPECIES

### CAN 100 y CAN 108:

Para las simulaciones efectuadas sin medidas de mitigación, se puede apreciar que para todas las especies salvo las de rango auditivo bajo (ballenas - LF), las distancias entre el receptor y el arreglo para las cuales se superan los umbrales de PTS para SELcum son muy bajas (se indica menor a 10 metros pues no es preciso analizar distancias menores al arreglo). En estos casos, la distancia a ser considerada es la correspondiente al SPL (0 – p), previamente calculada.

En el caso de las ballenas (LF), las distancias iniciales en las que se supera el umbral PTS 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.

En cuanto a los umbrales de TTS, también resultan menores a 10 metros las distancias para SELcum que para SPL con excepción de las ballenas de baja frecuencia auditiva (LF) que deberían encontrarse a distancias elevadas del orden de 12 km, y los Carnívoros Fócidos (PW) para los cuales se estimaron distancias del orden de 80 metros.

En relación con los peces, para los cuales se considera el valor de SELcum sin filtrar, aquellos sin vejiga natatoria no superan el umbral de PTS por lo que se debe considerar el correspondiente a SPL. Los peces con vejiga natatoria pueden experimentar PTS si están a menos de unos 30 metros y se mueven alejándose pero en el sentido del arreglo asumiendo que puedan alcanzar una velocidad de 4 m/s por un corto período de tiempo. Esto no sería posible para los peces menores puesto que su velocidad típica es del orden de 2 a 3 longitudes del pez por segundo. En otras direcciones la distancia para PTS es inferior a 30 metros. Entonces se debe considerar la distancia correspondiente al criterio de SPL, que es mayor (150 m).

En cuanto a las condiciones de TTS para los peces, sin arranque suave y asumiendo similares condiciones de comportamiento evasivo, se registrarían a distancias de hasta unos 2,5 km del arreglo conforme a los valores de SELcum calculados.



**CAN 114:**

En las simulaciones efectuadas sin medidas de mitigación, para todas las especies salvo las de rango auditivo bajo (ballenas - LF), las distancias entre el receptor y el arreglo para las cuales se superan los umbrales de PTS para SELcum son muy bajas ( $< 10$  m), corresponde utilizar la distancia correspondiente al SPL (0 – p), previamente calculada. En el caso de las ballenas (LF), las distancias iniciales en las que se supera el umbral PTS sin medidas de mitigación son entre unos 120 y 220 m del arreglo, según la posición relativa respecto al sentido de avance del mismo.

En cuanto a los umbrales de TTS, también resultan menores a 10 metros las distancias para SELcum que para SPL con excepción de las ballenas de baja frecuencia auditiva (LF) que deberían encontrarse a distancias elevadas del orden de 6 km, y los Carnívoros Fócidos (PW) para los cuales se estimaron distancias del orden de unos 80 metros.

En relación con los peces, para los cuales se considera el valor de SELcum sin filtrar, aquellos sin vejiga natatoria no superan el umbral de PTS por lo que se debe considerar el correspondiente a SPL. Los peces con vejiga natatoria pueden experimentar PTS si están a menos de unos 30 metros y se mueven alejándose pero en el sentido del arreglo asumiendo que puedan alcanzar una velocidad de 4 m/s por un corto período de tiempo. Como se indicó antes, esto no sería posible para los peces menores. En otras direcciones la distancia para PTS es inferior a 30 metros. Entonces se debe considerar la distancia correspondiente al criterio de SPL, que es mayor (130 m).

En cuanto a las condiciones de TTS para los peces, sin arranque suave y asumiendo similares condiciones de comportamiento evasivo, se registrarían a distancias de hasta 1,1 km del arreglo conforme a los valores de SELcum calculados.

**RESUMEN:**

A modo de resumen, se sintetizan a continuación las distancias correspondientes a los umbrales de PTS estimados para las diferentes especies, bajo las siguientes consideraciones:

- a) Se considera la distancia más conservativa resultante de los criterios de SPL y SELcum
- b) En el caso de los mamíferos de baja frecuencia auditiva (LF), se considera el resultado de SELcum obtenido mediante la medida de mitigación correspondiente al arranque suave.

Como se puede apreciar en las tablas siguientes, en todos los casos la distancia para la cual se supera el umbral de PTS, corresponde al criterio SPL.



**Tabla 15. Resumen de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los umbrales PTS según los criterios SPL y SELcum (CAN 100 y CAN 108)**

Grupo Auditivo	Criterios		Distancia (m)	
	SPL <sub>peak</sub> dB re 1 μPa	SEL <sub>cum</sub> dB re 1 μPa <sup>2</sup> s	Criterio SPL (Valores redondeados) (m)	Criterio SEL <sub>cum</sub> (m)
PTS - LF	219	183	35	< 10 arranque suave
PTS - HF	230	185	10	-
PTS - VHF	202	155	260	-
PTS - PW	218	185	40	-
PTS - PO	232	203	4	-
Peces SIN vejiga natatoria *	213	219	70	-
Peces CON vejiga natatoria *	207	201 **	150	-

(\*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial

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

**Tabla 16. Resumen de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los umbrales PTS según los criterios SPL y SELcum (CAN 100 y CAN 108)**

Grupo Auditivo	Criterios		Distancia (m)	
	SPL <sub>peak</sub> dB re 1 μPa	SEL <sub>cum</sub> dB re 1 μPa <sup>2</sup> s	Criterio SPL (Valores redondeados) (m)	Criterio SEL <sub>cum</sub> (m)
PTS - LF	219	183	30	< 10 arranque suave
PTS - HF	230	185	10	-
PTS - VHF	202	155	240	-
PTS - PW	218	185	40	-
PTS - PO	232	203	3	-
Peces SIN vejiga natatoria *	213	219	70	-
Peces CON vejiga natatoria *	207	201 **	130	-

(\*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial

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



## 6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 6.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

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).

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 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 surgió el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de estudio en el marco del proyecto evaluado.

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 factores del medio natural y socioeconómico a considerar en el ASA. En relación al medio físico, considerando el tipo de actividad (prospección sísmica) y el ambiente analizado, no se identificaron 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).

En función de lo señalado, se hizo un análisis de las principales referencias 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, b) verificar la ocurrencia de criterios que señalan características particulares de sensibilidad y 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).

El análisis se focalizó 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 resultó 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.

Es 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.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular, como es el caso de las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS). Ninguna de las AICAS actualmente definidas quedan comprendidas en el área de estudio. No obstante, se cuenta con 55 AICAS Marinas propuestas en Argentina, esperando la confirmación por parte de BirdLife International. Muchas de éstas 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.

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 abundantes registros 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.

## 6.2 SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO

A continuación se sintetizan las conclusiones principales del análisis efectuado sobre los impactos potenciales de la actividad en relación al medio físico, biótico y antrópico cuyos fundamentos, que se basan en las evaluaciones efectuadas, pueden encontrarse en el Capítulo 7 - Evaluación de Impactos Ambientales. Las recomendaciones realizadas para atender a los impactos significativos se exponen en relación a los impactos evaluados y surgen de las medidas de gestión ambiental incluidas en el Capítulo 8. Estas medidas se complementan con los programas contenidos en el Plan de Gestión Ambiental (PGA).

Para la identificación de los impactos ambientales se realizó un análisis del proyecto desde una perspectiva ambiental, y un análisis del ambiente en relación al proyecto específico. Sobre la base del análisis del proyecto y del diagnóstico ambiental del área se realizó la identificación y evaluación de los impactos ambientales que el registro sísmico offshore "3D" de las áreas CAN 100, CAN 108 y CAN 114 puede generar.

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.

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, 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, 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 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.

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 Arranque Suave) 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).

En general los **mamíferos marinos** pueden evitar el daño potencial que puede provocar el ruido de los dispositivos 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.



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 un ruido de alta intensidad, encontrándose a corta distancia de la fuente.

Es por ello que en el desarrollo del proyecto se aplicará el Arranque Suave (*Soft Start*), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo (en particular, en las guías británicas – UK Guidelines).

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.

De acuerdo a la modelación acústica presentada en el Capítulo 6, la distancia más restrictiva a la que se alcanza el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) corresponde a la de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF) dada por el criterio SPL (0-p), siendo de unos 260 metros respecto de la fuente para las áreas CAN 100-108 (Tabla 11) y de 240 metros para el área CAN 114 (Tabla 12).

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 base a la metodología de análisis propuesta, teniendo en cuenta la sensibilidad del área de estudio y todos los atributos evaluados en cuanto al efecto (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad), 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.

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.

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 resultados de la modelación acústica establecen que la distancia más restrictiva a la que se alcanza el umbral de mortalidad o de mortalidad potencial corresponde a la de los peces con vejiga natatoria (tanto para los que la tienen conectada al oído como los que no) dada por el criterio SPL pk (0-p), 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 (Tabla 11), y en un radio de 130 metros en el área CAN 114 (Tabla 12).



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.

Teniendo en cuenta que, 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, el impacto se clasificó como moderado.

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). Por lo tanto el impacto sobre los cefalópodos resultaría, al igual que para los peces, de moderada importancia.

En cuanto a las **tortugas marinas**, el área donde se planifica la prospección no constituye un área de reproducción para aquellas de presencia probable en el área, ni se caracteriza por la presencia especialmente frecuente de tortugas marinas; por lo cual, 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.



Cabe resaltar que, 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 como de moderada importancia.

Tanto para el componente de **bentos** como para el **plancton**, para la zona del proyecto 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.

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, pero localizado y reversible en el corto plazo. De este modo, la importancia del impacto de la prospección sísmica sobre el plancton resulta 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.

Respecto de las **aves marinas**, el área del proyecto es muy importante como área de alimentación 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 garanticen 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. Los impactos sobre este componente resultan mitigables considerando que existen acciones 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.

En cuanto a los potenciales impactos sobre las **áreas sensibles o protegidas** y debido a que éstas representan reductos de especial sensibilidad en cuanto corresponden a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico, cualquier actividad que se realice en las 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.

Al respecto, 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.

Los potenciales impactos ambientales sobre las **pesquerías** por la acción de las tareas de prospección pueden darse 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 dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aún de conclusiones firmes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, algunos autores sugieren que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí. Al respecto, el área operativa del proyecto posee solo una relación marginal con las áreas de pesca, estando concentrado el esfuerzo pesquero fundamentalmente en el sector del frente del talud durante el otoño e invierno, 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. De por sí, el área de estudio soporta un muy bajo esfuerzo de pesca que registra una variación anual. En este sentido, la sensibilidad de la actividad de los buques pesqueros se considera de baja intensidad, es decir que la interferencia de las operaciones sísmicas con estas actividades se estima baja. En 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 evaluación 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 importancia, 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 reiterar 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. Al respecto, 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, preferiblemente en la temporada de verano.

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 (Puerto de Mar del Plata) y los que navegan en la zona de proyecto.

La navegación en las inmediaciones del área de adquisición sísmica se asocia a la actividad pesquera con presencia principalmente de flota fresquera de altura y buques congeladores arrastreros. No obstante, debido a las distancias del área de exploración a la costa, la actividad de los buques pesqueros de rada o ría y pesqueros costeros cercanos no será interferida por las operaciones de prospección. En particular, para 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, como se ha mencionado, 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 derrota 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.

En todo caso, estas interferencias podrán ser igualmente minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias y a la Prefectura Naval. Por ende, la afectación al tránsito marítimo se considera baja.

En cuanto al componente de **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.

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.

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.

### 6.3 MATRIZ RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL

A continuación 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 17. Matriz Resumen de Impacto Ambiental.

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

#### 6.4 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se presenta la matriz resumen de impactos ambientales considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos significativos del proyecto.



**Tabla 18. Matriz resumen de impacto ambiental implementando medidas de mitigación**

Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	IMPACTO RESIDUAL
Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	Despreciable
		Aire	Bajo	Despreciable
Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	Despreciable
		Aire	Bajo	Despreciable
	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	Bajo
		Peces y cefalópodos	Bajo	Bajo
		Tortugas marinas	Bajo	Bajo
		Aves marinas	Bajo	Bajo
	Antrópico	Tránsito marítimo	Bajo	Bajo
Ejecución de las tareas de propección sísmica	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	Bajo
		Tortugas marinas	Moderado	Bajo
		Aves marinas	Moderado	Bajo
		Bentos y plancton	Bajo	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor	Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Moderado	Moderado
		Tránsito marítimo	Bajo	Bajo
		Infraestructura	Se descartó un impacto sobre este factor	Se descartó un impacto sobre este factor
Contingencias	Físico	Agua superficial	Moderado	Bajo
		Aire	Bajo	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	Bajo
		Tortugas marinas	Moderado	Bajo
		Aves marinas	Moderado	Bajo
		Bentos y plancton	Moderado	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor	Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	Bajo
		Tránsito marítimo	Bajo	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

## 6.5 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".

Se han considera impactos acumulativos causados por:

- Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto (efectos intraproyecto); e
- Interacciones entre los impactos residuales relacionados con el proyecto en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades asociadas (efectos entre proyectos).



Los primeros (efectos acumulativos intraproyecto) 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. Por los tanto, 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.

En relación con los impactos acumulativos entre proyectos, las actividades conocidas en las cercanías del área del proyecto son las siguientes:

- Actividades en los 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 cuáles 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.
- Interacción del proyecto con áreas costeras. Este punto está básicamente limitado 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. Siendo que estas operaciones resultan rutinarias y no diferirán de las que normalmente lleva a cabo un buque pesquero o carguero que recalca de otra navegación, se descarta que este aspecto del proyecto posea un efecto acumulativo.
- 
- Actividades de pesca. El área de estudio puede considerarse en líneas generales marginal para las pesquerías en cuanto a la actividad o presión de pesca. Esta actividad se vuelve muy importante durante los periodos de otoño e invierno en la zona del frente del talud que se encuentra a 17 km del área operativa del proyecto, y a 30 km del área de adquisición sísmica (donde efectivamente operará el arreglo sísmico), por lo cual no se superpone espacialmente con el proyecto y no se prevé que el impacto acumulativo sobre el grupo de peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. La mitigación posible consiste en la aplicación del protocolo de arranque suave asociado al proyecto.



- Interacción de la actividad pesquera con las aves, tortugas y mamíferos marinos. 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.
- Impacto lumínico sobre las aves por interacción con actividades pesqueras. Interesa principalmente la interacción del proyecto con la flota pesquera 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. y no se prevé que el impacto acumulativo en las aves sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. La mitigación posible consiste en la disminución de intensidad lumínica.
- Actividades de prospección sísmica recientes en el área. Dado que no se dispone de información sobre las fechas en que fueron realizadas las prospecciones sísmicas ejecutadas anteriormente en el área, no es posible hacer un análisis sobre la perturbación histórica que podría haber afectado a los principales receptores marinos a causa de actividades similares realizadas en los últimos años (considerándose relevante en todo caso el último periodo de dos años).
- Actividades con incidencia en el varamiento de mamíferos. Aunque 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.

## **7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

En función de los impactos ambientales identificados asociados al proyecto se establecieron una serie de medidas de mitigación ambiental tendientes a la prevención, la mitigación o la compensación de los mismos. En este sentido, las medidas más relevantes que surgieron de la evaluación son las siguientes:

- **Medidas de mitigación de los potenciales impactos sobre mamíferos marinos, peces, aves y tortugas marinas**

Las medidas de minimización de impactos sobre mamíferos marinos, tortugas y aves marinas que resultan aplicables son:

- **Arranque Suave:** el procedimiento de arranque suave es utilizado en los trabajos de prospección sísmica con el objetivo de alertar a la fauna marina y darles tiempo para que se trasladen a otro sitio. Para ello se recomienda, independientemente de la duración, incrementar gradualmente la potencia, en etapas uniformes desde una puesta en marcha de baja energía hasta alcanzar la plena potencia operativa en un período mínimo de 20 minutos. Se llevarán registros de la fauna marina observada, así como también del procedimiento de arranque suave.
- **Monitoreo visual y acústico:** de acuerdo con las “*Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from geophysical surveys*” de la *Joint Nature Conservation Committee. United Kingdom* (JNCC, 2017), se deberá llevar a cabo un monitoreo visual, para lo cual se debe contar con la presencia de observadores de fauna marina (MFO) ubicados en puntos altos del buque, con una visión clara del horizonte, la zona de mitigación y por delante del buque. El período de monitoreo visual será de 60 minutos antes del inicio del uso de los dispositivos de aire comprimido. Este es el intervalo crítico en el cual el MFO debe estar especialmente atento. Cuando se detecte la presencia de mamíferos marinos dentro de la zona de mitigación, el arranque suave debe ser retrasado hasta que el pasaje del animal o el movimiento del buque garanticen que ambos se ubiquen a una distancia mayor al radio de la zona de mitigación. Para asegurar que los animales hayan abandonado el área, debe transcurrir un tiempo de 20 minutos entre la última observación de mamíferos y el inicio del uso de los dispositivos de aire comprimido. Los observadores deberán estar capacitados para el uso del PAM (Passive Acoustic Monitoring).
- **Prevención para avifauna:** Respecto a la avifauna, uno de los efectos más significativos que puede generar el proyecto es el del choque de las aves con los buques como consecuencia de la atracción hacia las luces que se utilizan durante las tareas nocturnas. Las medidas de minimización de impactos sobre las aves incluyen reducir la iluminación externa de los buques al mínimo que garantice la seguridad de la navegación, la seguridad de los buques y la seguridad de las operaciones de cubierta; y en lo que respecta a la inspección, el despliegue y la recuperación del equipamiento sísmico (fuentes de aire comprimido, streamers, deflectores, etc.), evitar cuando sea posible la iluminación innecesaria en el caso de que se realicen inspecciones nocturnas.
- Otro de los efectos que podría ocurrir sobre la avifauna es el que generaría el vuelo del helicóptero, que podría emplearse en el caso que se presente una emergencia de evacuación, para lo cual se acordarán las rutas de vuelo hasta el área del proyecto con las autoridades aeroportuarias con la finalidad de no afectar las áreas protegidas cercanas.
- En el caso de las tortugas marinas, se recomienda la instalación de protectores (Turtle guards) en las boyas terminales de los streamers, diseñados para evitar que las tortugas queden atrapadas en la estructura de la boya terminal.



- Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional: En el caso en que durante los trabajos de prospección se produzca el hallazgo ocasional de una especie no reportada para el área de estudio, luego de la visualización en campo y el registro se procederá a caracterizar el/los individuo/s, comprobando entre otros aspectos si pertenece a una especie vulnerable, en peligro o amenazada. Se adicionará la especie en cuestión al listado de especies ya identificadas en el sitio por el presente estudio y se analizará si las evaluaciones realizadas y las medidas consideradas resultan suficientes para esta especie. En caso de corresponder, se incorporarán al proyecto las medidas necesarias que mitiguen los impactos potenciales sobre dichas especies.

- **Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación**

Al momento de la planificación y coordinación de actividades se establecerá un proceso de comunicación con las partes interesadas involucradas en asuntos pesqueros (p. Ej. Secretaría de Pesca, Prefectura Naval Argentina, representantes de empresas o asociaciones pesqueras) para coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas, a fines de evitar interferencias que afecten tanto a las actividades pesqueras como al registro sísmico en sí. Para minimizar las afectaciones sobre la movilidad y tráfico de buques y embarcaciones se comunicarán itinerarios de tareas, fechas y áreas de ejecución e influencia del proyecto a las Autoridades correspondientes (PNA). Si bien se considera que el proyecto tendrá una baja interferencia con la actividad de los buques pesqueros, prospectar la margen oeste del proyecto, más cercana al frente del talud, en el periodo de verano, minimizaría las interferencias con las actividades de pesca, que se vuelven muy importantes en el periodo de otoño e invierno en dicho sector (frente del talud).

Las medidas anteriores, se acompañan de una serie de medidas preventivas generales, y en relación a la Salud y Seguridad, el manejo de residuos y de los combustibles y aceites, destinadas al control de las operaciones de los buques y las actividades sísmicas.

## 8. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión Ambiental tiene como finalidad otorgar las pautas requeridas para la implementación de las medidas de mitigación propuestas, y los procedimientos generales necesarios para asegurar que el proyecto se lleve a cabo en cumplimiento de la normativa ambiental vigente y las buenas prácticas ambientales. En este sentido, los planes y programas que surgieron de la presente evaluación son:

- **Programa de identificación y verificación de cumplimiento legal**

Propende a la adopción de un sistema que permita organizar y controlar el cumplimiento en forma dinámica de todas las normas, gestiones, permisos requeridos, aspectos formales / contractuales y requisitos legales asociados al proyecto.

- **Programa de capacitación ambiental y conducta del personal**

Todas las tareas del proyecto de prospección sísmica requieren necesariamente contar con personal capacitado técnicamente a fin de llevar adelante el Plan de Gestión Ambiental con la necesaria y adecuada responsabilidad para con el ambiente. Si bien este programa deberá ser llevado adelante por la empresa contratista, el cumplimiento del mismo deberá ser controlado por EQUINOR.



- **Programa gestión de residuos y efluentes a bordo**

El objetivo del Programa de Manejo de Gestión de Residuos y Efluentes a Bordo es realizar una correcta gestión de las sustancias y de los residuos sólidos, líquidos y semisólidos generados en las embarcaciones que intervengan en el proyecto. El responsable es la empresa contratista y el cumplimiento del mismo deberá ser controlado por EQUINOR.

- **Programa de manejo de hidrocarburos**

El objetivo del programa es realizar una correcta gestión de los hidrocarburos utilizados en las embarcaciones que intervengan en el proyecto, mediante la clasificación, orden y almacenaje de sustancias con hidrocarburos; procurando la prevención de la contaminación ambiental, evitando afectar los medios socioeconómico, cultural, estético, biológico y físico.

- **Programa de operación en bases logísticas onshore**

- Subprograma para la carga de combustible: una de las operaciones requeridas por las líneas navieras es la carga de combustibles en puerto, la cual es riesgosa tanto por la inflamabilidad como por el perjuicio ambiental que puede causar un derrame. Por ello, es necesario contar con procedimientos claros sobre cómo debe realizarse la operación.
- Subprograma para la gestión de residuos de buques: los buques se encuentran obligados a través del Anexo V del convenio MARPOL 73/78 a separar los residuos a bordo. De acuerdo a las normativas, se prohíbe totalmente el vuelco de plásticos en el mar y el resto de las basuras con ciertas limitaciones. De acuerdo a estas prescripciones, los buques entregan en Puerto residuos ya segregados donde el operador portuario debe hacerse cargo de su manejo.
- Gestión de aguas de sentina y slops: cuando la capacidad de los tanques de slops y sentidas se ven colmadas, es necesario realizar su descarga en las áreas portuarias.

-

- **Programa de observadores marinos a bordo**

Tiene como objetivo la observación y registro de los mamíferos marinos llevada a cabo por observadores capacitados para el reconocimiento de las especies presentes en el área de estudio de manera de evaluar los posibles cambios de comportamiento o afectaciones de los mismos debido al desarrollo del proyecto. Se deberán realizar avistajes para registrar la presencia de mamíferos marinos en forma previa a la prospección, durante la ejecución del mismo y en forma posterior a su finalización.

- **Programa de prevención y respuesta ante incidentes de fauna de marina**

Considera las acciones y la articulación con las autoridades en el caso que se produzca una colisión o cualquier situación que pueda implicar un daño a ejemplares de fauna marina.

- **Programa de seguimiento y monitoreo ambiental**

Esta medida tiene el objetivo de establecer los procedimientos específicos que deberán seguirse para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación establecidas; y el control de las condiciones ambientales existentes en la zona de influencia del proyecto.



## - Plan de contingencias

El Plan de Contingencias tiene como objetivos optimizar las acciones de control de las emergencias, a fin de proteger la vida de personas, de los recursos naturales afectados y de bienes propios y de terceros, evitar o minimizar los efectos adversos derivados de las emergencias que se pudieran producir como consecuencia de la ejecución de las operaciones marítimas, establecer un procedimiento ordenado de las principales acciones a seguir en caso de emergencias y promover en la totalidad del personal el desarrollo de aptitudes y capacidades para afrontar rápidamente dichas situaciones, constituir un organismo idóneo, eficiente y permanentemente adiestrado que permita lograr el correcto uso de los recursos humanos y materiales disponibles a dicho efecto y cumplir con las disposiciones vigentes.

Durante la operación de embarcaciones, pueden producirse algunas situaciones de emergencia frente a las cuales será necesario disponer de un esquema de tratamiento adecuado, oportuno y eficiente. Las contingencias posibles inidentificadas incluyen:

- a) Derrames de combustibles y otras sustancias nocivas provenientes de buques.
- b) Incendios.
- c) Accidente a bordo (por lo que será necesario la evacuación y traslado de heridos).
- d) Hombre al Agua.

La empresa contratista será la responsable de llevar a cabo el Plan de Contingencias y EQUINOR deberá controlar su implementación y control.

## - Gestión de salud, seguridad, ambiente y calidad en las operaciones de Equinor

Presenta los principios de Salud, Seguridad, Ambiente y Calidad que rigen las operaciones de EQUINOR en las actividades costa afuera en Argentina y las exigencias hacia el Contratista Geofísico.

La salud, seguridad y los aspectos ambientales son una prioridad en los niveles más altos de la Compañía, reflejados en sus acciones, buscando garantizar que no se produzcan daños al personal o al ambiente, como resultado de las operaciones.





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 68 pagina/s.