ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE "3D"
ÁREAS AUS_105, AUS_106 Y MLO_121, ARGENTINA

CAPÍTULO 1 – RESUMEN EJECUTIVO

DICIEMBRE DE 2021

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 8
2 PRESENTACIÓN 8
3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL 11
4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13
4.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA 13
4.2 EQUIPAMIENTO REQUERIDO 14
4.3 BUQUE SÍSMICO, EMBARCACIONES DE APOYO Y LOGÍSTICA 15
5 LÍNEA DE BASE AMBIENTAL 15
5.1 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA 15
5.2 MEDIO FÍSICO 24
5.3 MEDIO BIÓTICO 27
5.4 MEDIO ANTRÓPICO 34
6 MODELACIÓN ACÚSTICA 38
6.1 EMISIÓN SONORA SUBMARINA POR LAS FUENTES DE ENERGÍA DE AIRE COMPRIMIDO 38
6.2 METODOLOGÍAS P DE EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA 48
6.3 UMBRALES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS Y PECES 49
6.4 PROCEDIMIENTO DE AUMENTO GRADUAL Y RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE SPL Y DE SEL 51
6.5 PARÁMETROS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA 52

6.6 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN MÍNIMA 53

6.7 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 57

6.8 RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA SISTEMÁTICA DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN 59

6.9 RESULTADOS DE LA PROPAGACIÓN DEL SEL 61

6.10 EVALUACIÓN DE DISTANCIAS PARA ALCANZAR LOS UMBRALES DE SPL 72

6.11 CÁLCULO DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO 76

6.11.1 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGÍA DE EMISIÓN DUAL 81

6.11.2 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGIA DE EMISIÓN INTERPOLADA (AZIMUT 0º-45º-90º) 90

6.12 CONCLUSIONES 98

7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 101

7.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 101

7.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 106

7.3 SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES 108

7.4 MATRIZ RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL 115

7.5 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 117

7.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS 118

8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 123

8.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN 123

8.2 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 125

9 BIBLIOGRAFÍA 130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de las áreas de influencia definidas 24

Tabla 2. Características del arreglo de fuentes de energía de aire comprimido. 39

Tabla 3. SEL (dB re 1 µPa^2 s a 1 m) total emitido para diferentes ángulos respecto a la vertical y Azimut respecto a la dirección de avance 44

Tabla 4. Grupos auditivos con sus rangos de audición 50

Tabla 5. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición. 50

Tabla 6. Parámetros del modelo RAM empleados 59

Tabla 7. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad mínima Uniforme (B0). 73

Tabla 8. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad Variable (BV8). 73

Tabla 9. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad máxima Uniforme (BA). 74

Tabla 10. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Dual. 86

Tabla 11. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Dual. 87

Tabla 12. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima Uniforme (BA). Metodología de Emisión Dual. 88

Tabla 13. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados. 95

Tabla 14. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados. 96

Tabla 15. Valores de SELcum (dB re 1 µPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima uniforme (BA). Metodología de Emisión Interpolada. 97

Tabla 16. Matriz de Interacciones Potenciales. 107

Tabla 17. Matriz Resumen de Impacto Ambiental. 116

Tabla 18. Matriz resumen de impacto ambiental implementando medidas de mitigación117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Adquisición, Área de Maniobras y Área de Actividad. 10

Figura 2. Esquema de una prospección sísmica 3D. 14

Figura 3. Área Operativa del proyecto. 17

Figura 4. Área de estudio y áreas de influencias del proyecto. 18

Figura 5. Área de Influencia del Componente Biótico. 20

Figura 6. Área de Influencia del Componente Antrópico. 23

Figura 7. Firma acústica vertical del espectro del arreglo 40

Figura 8. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento 41

Figura 9 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas 42

Figura 10. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0º respecto a la dirección de avance del arreglo 42

Figura 11. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45º respecto a la dirección de avance del arreglo 43

Figura 12. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90º respecto a la dirección de avance del arreglo 43

Figura 13. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 0º (dirección de avance). 45

Figura 14. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45º (transversal al avance) 46

Figura 15. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90º (perpendicular al avance). 47

Figura 16. Evolución del SPL y SELpeak resultantes del incremento del volumen de emisión durante el procedimiento de aumento gradual. Notar que las unidades de cada variable son diferentes. 52

Figura 17. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad mínima Uniforme (B0) 54

Figura 18. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad variable Transecta 8 (BV8) 55

Figura 19. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad máxima Uniforme (BA) 55

Figura 20. Ejemplo de procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical (línea azul oscilante) y la envolvente de mínimos en horizontal (línea roja). Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8) 56

Figura 21. Ejemplo de resultado final del procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical y en horizontal. Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8) 56

Figura 22. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante mínima – 25 Hz a 1.000 Hz 60

Figura 23. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante máxima – 6,3 Hz a 1.000 Hz 60

Figura 24. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad Variable Transecta 8– 20 Hz a 1.000 Hz 61

Figura 25. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0º Dip 85º. Sin Filtro 62

Figura 26. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45º Dip 85º. Sin Filtro 63

Figura 27. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 90º Dip 85º. Sin Filtro 63

Figura 28. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 0º Dip 85º. Sin Filtro 64

Figura 29. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 45º Dip 85º. Sin Filtro 64

Figura 30. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 90º Dip 85º. Sin Filtro 65

Figura 31. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0º Dip 80º. Sin Filtro 65

Figura 32. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 45º Dip 80º. Sin Filtro 66

Figura 33. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90º Dip 80º. Sin Filtro 66

Figura 34. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Dip 0º - Azimut 90º Dip 85º Sin Filtro 68

Figura 35. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0º Dip 0º-85º Sin Filtro 68

Figura 36. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45º Dip 0º-85º Sin Filtro 69

Figura 37. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0º - Azimut 90º Dip 85º Sin Filtro 69

Figura 38. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0º - Azimut 45º Dip 85º Sin Filtro 70

Figura 39. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Azimut 0º Dip 0º-85º Sin Filtro 70

Figura 40. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0º - Azimut 90º Dip 80º Sin Filtro 71

Figura 41. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0º - Azimut 45º Dip 80º Sin Filtro 71

Figura 42. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0º Dip 0º-80º Sin Filtro 72

Figura 43. Ejemplo de comparación entre los valores de $SPLpeak_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad mínima Uniforme (B0) 74

Figura 44. Comparación entre los valores de $SPLpeak_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad Variable (BV8) 75

Figura 45. Comparación entre los valores de $SPLpeak_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad máxima Uniforme (BA) 75

Figura 46. Esquema geométrico utilizado para el cálculo del SELcum 77

Figura 47. SEL recibido por cada emisión. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA) 79

Figura 48. SEL acumulado. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA) 80

Figura 49. SEL recibido por cada emisión. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA) 80

Figura 50. SEL acumulado. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA) 81

Figura 51. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0). 82

Figura 52. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0). 83

Figura 53. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8). 83

Figura 54. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad variable (BV8). 84

Figura 55. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación

11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad máxima Uniforme (BA). 84

Figura 56. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima Uniforme (BA). 85

Figura 57. SEL recibido por emisión por peces, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0). 89

Figura 58. SEL acumulado igual al umbral de mortalidad potencial para peces con vejiga natatoria, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0). 90

Figura 59. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 25 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0). 91

Figura 60. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0). 92

Figura 61. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0). 92

Figura 62. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8). 93

Figura 63. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8). 93

Figura 64. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA). 94

Figura 65. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA). 94

Figura 66. Mapa de zonas sensibles. 104

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 AUS_105, AUS_106 y ML0_121", 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 compresión de todos los aspectos el mismo debe ser considerado junto con el cuerpo principal del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una síntesis de la información contenida en los capítulos que constituyen el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) "Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121".

2 PRESENTACIÓN

EQUINOR, el operador de AUS_105, AUS_106 y MLO_121, es una empresa internacional de energía presente en más de 30 países, comprometida en el desarrollo de petróleo, gas, energía eólica y solar, de manera segura y sostenible. El propósito de la empresa es convertir los recursos naturales en energía para las personas y en progreso para la sociedad. EQUINOR apoya el Acuerdo Climático de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. A su vez reconoce que los sistemas energéticos del mundo deben transformarse de manera profunda para impulsar la descarbonización, garantizando al mismo tiempo el acceso universal a energías asequibles y limpias. EQUINOR reconoce que la demanda mundial de petróleo tiene que disminuir, pero incluso dentro de los marcos del Acuerdo de París, el mundo dependerá del petróleo durante muchos años. Es por ello que la empresa tiene como objetivo explorar y producir petróleo y gas con las emisiones mínimas posibles, e invirtiendo ambiciosamente en energías renovables.

Como se ha establecido en los Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030 publicados por el Gobierno de la Argentina el 29 de octubre de 2021, el sector de hidrocarburos en la Argentina está en el proceso de desarrollo, tanto en sus cuencas terrestres como en sus cuencas marinas, para proveer los recursos en moneda extranjera requeridos para el proceso de la transición energética hacia una matriz más limpia. Con el objetivo de permitir a la Argentina lograr el autoabastecimiento energético, es necesaria la plena utilización de los recursos más abundantes, disponibles y valiosos, de las cuencas terrestres y marinas.

Aún en el escenario de Rebalanceo del informe "Perspectivas de Energía de Equinor 2021", que en términos generales está alineado con un límite máximo en el calentamiento global de 2°C, va a haber la necesidad de nuevas fuentes de suministro para satisfacer la demanda mundial futura de petróleo y gas. El escenario de "Rebalanceo", ilustrado en el reporte "Perspectivas de Energía de Equinor 2021" requiere un desfasamiento casi total del carbón mineral, una reducción a la mitad de la demanda de petróleo y una reducción significativa (de más del 10%) de la demanda de gas para antes del 2050. En este escenario, la demanda de petróleo alcanza su pico en la primera mitad de la década del 2020 mientras que la caída en la demanda de carbón mineral inicia de inmediato. A pesar de la caída en la demanda de petróleo y gas, el suministro proveniente de los activos existentes no puede cubrir la brecha entre el suministro y la demanda, por lo que se requiere continuar con las inversiones en exploración de petróleo y gas.

El espacio costa afuera (*offshore*) argentino, es uno de los espacios más extensos con potencial de recursos hidrocarburíferos 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 Registro Sísmico "3D" costa afuera de la República Argentina, en las áreas denominadas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, conforme los permisos de exploración adjudicados por Resoluciones 696, 676 y 694 del año 2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía (hoy Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Economía) a EQUINOR ARGENTINA AS sobre las áreas mencionadas, en el marco del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1.

El proyecto "Registro Sísmico Offshore 3D" abarcará un área de 7.739,8 km^2 delimitada en color azul en la Figura 1. La misma se ubica a aproximadamente 30 km costa afuera de la localidad de Río Grande, en la Provincia de Tierra del Fuego.

El Área de Adquisición de datos sísmicos definida en los términos de la Resolución MAyDS 201/2021 como el *"área en la cual está autorizada la ejecución del proyecto de prospección sísmica. En esta área se realizan los disparos de los cañones de aire a potencia plena, y se incluyen en ella las áreas necesarias para el run in y run out",* abarca una superficie de 11.744 km^2, delimitada en color rojo.

Circundante al Área de Adquisición se considera un Área de Maniobras *"en la que son efectuadas las maniobras de giro para cambiar la línea de adquisición"* la que dista como máximo 7 km del Área de Adquisición. El área resultante de la suma del Área de Adquisición y el Área de Maniobra se denomina Área de Actividad. Ésta área delimitada en color amarillo en la Figura 1, abarca unos 13.215 km^2, y se encuentra en su totalidad por fuera del mar territorial (más allá del límite de las 12 millas marinas).

Página 9 de 134

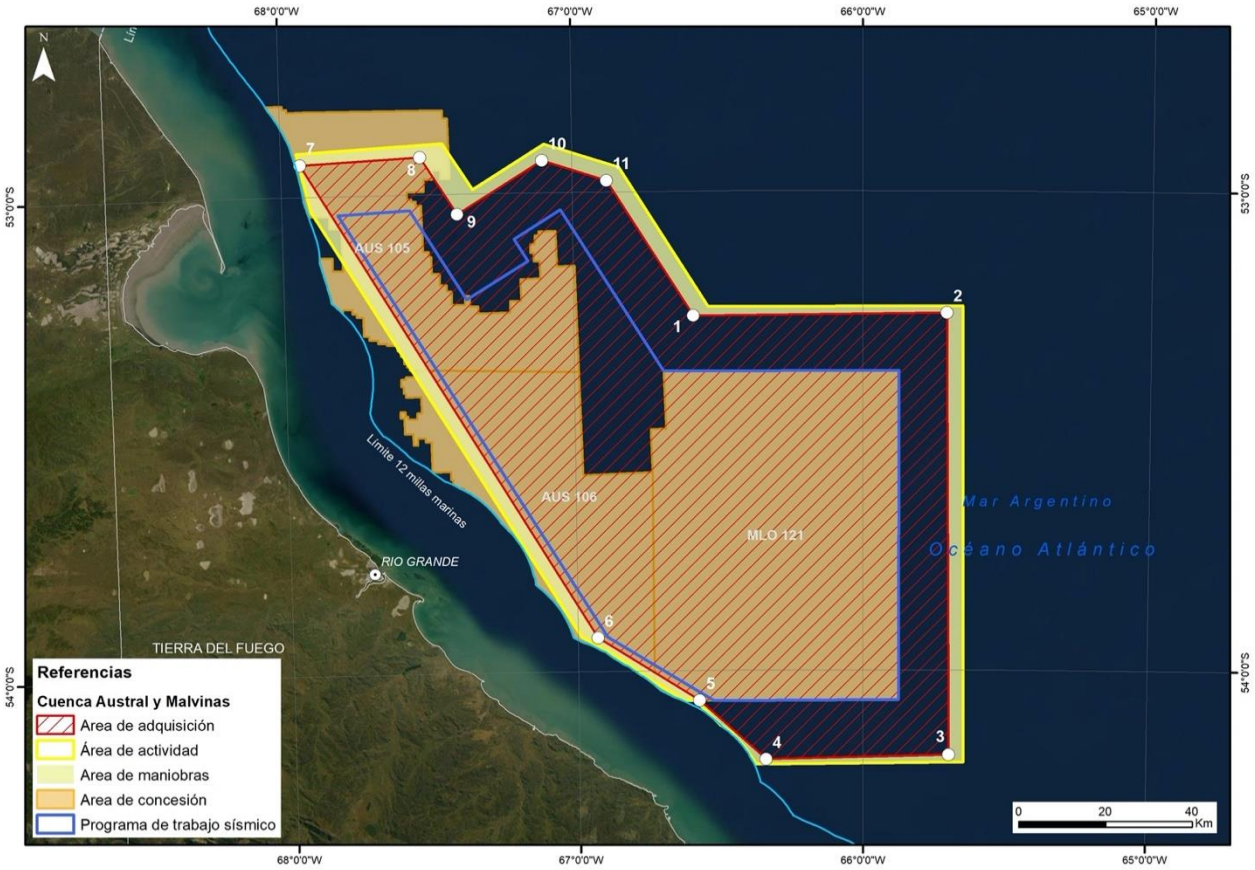


Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Adquisición, Área de Maniobras y Área de Actividad.

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 10 de 134

3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

La exploración se llevará a cabo dentro de la Zona Económica Exclusiva Argentina, en aguas alejadas de la franja de jurisdicción provincial y sin interacción con la provincia costera (Tierra del Fuego). Por lo tanto, el proyecto costa afuera 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 Economía 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.

Respecto a la aplicación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental intervendrá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS), a través de sus dependencias, junto a la Secretaría de Energía, en virtud de la Resolución Conjunta 3/19 la cual 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. En base a los criterios de reenvío establecido en CONVEMAR y otros instrumentos internacionales, el estudio ambiental se integra con las buenas prácticas más consolidadas y recientes en lo que hace a la actividad sísmica costa afuera. Los Anexos de la Resolución Conjunta 3/19 refuerzan esta técnica regulatoria con mención a varias buenas prácticas y organismos técnicos internacionales con reconocida trayectoria en ciencia aplicada y conservación de los recursos naturales. En lo que hace a mitigación y monitoreo durante la adquisición sísmica, es dable mencionar la reciente sanción de la Res. MAyDS 201/2021 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas”.

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 Prefectura Naval Argentina (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. La Prefectura Naval Argentina también 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.

En lo que respecta a la actividad pesquera, en Argentina la Ley Federal de Pesca 24.922 introduce un nuevo sistema de regulación de los recursos pesqueros que, hasta la sanción de dicha norma, eran sostenidos jurídicamente mediante permisos de pesca concedidos por la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) y sus resoluciones complementarias. Dicha Ley establece un rol más activo del Estado, ubicándolo a la cabeza del patrimonio del recurso pesquero, con los peces como bienes de dominio público, prohibiendo la explotación a los particulares que operan con permisos de carácter precario de la Administración.

Cabe hacer una mención a lo establecido en la Disposición Conjunta 1/19 de las Subsecretarías de Hidrocarburos y Pesca, dependientes de las carteras de Energía y Agricultura y Pesca respectivamente. La norma crea un grupo de trabajo para compartir y profundizar el conocimiento de las interacciones entre ambas actividades, promoviendo buenas prácticas y medidas de conservación a los efectos de mitigar cualquier situación de conflicto entre la pesca y la actividad exploratoria.

Al analizar las zonas de pesca en el espacio marítimo argentino con las regulaciones y vedas vigentes se observa que en el área de influencia directa de AUS_105, AUS_106 y MLO_121, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca. No obstante, según la Resolución del Consejo Federal Pesquero (CFP) 12/2018 para la Zona Sur entre los paralelos 52º y 54º30’ de latitud Sur presenta veda para Centolla (*Lithodes santolla*), la que se extiende desde el 1º de abril al 31 de julio de cada año.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 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.

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.

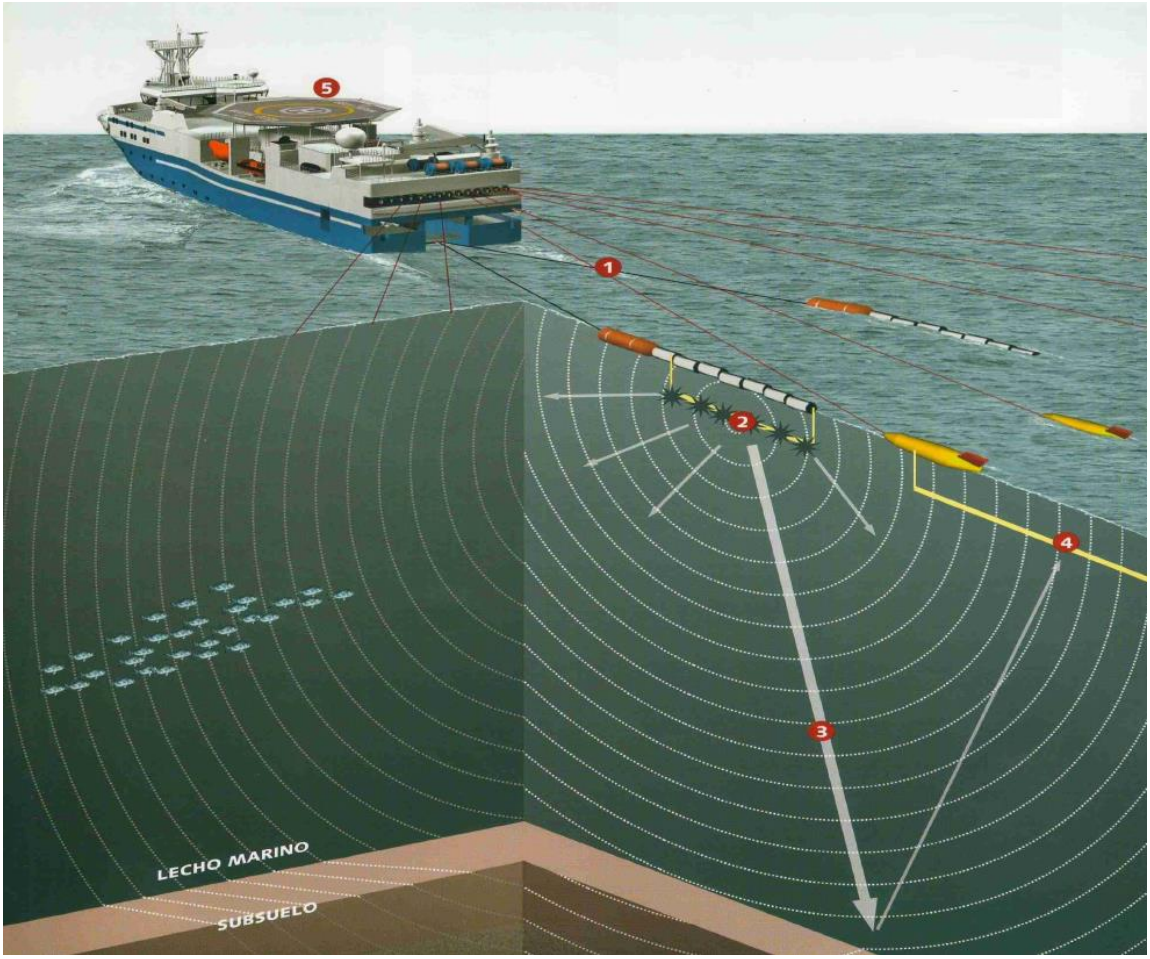


Figura 2. Esquema de una prospección sísmica 3D.

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.

4.2 EQUIPAMIENTO REQUERIDO

Para la realización de la sísmica se prevé emplear un arreglo compuesto por 2 sub-arreglos separados 10 metros entre sí, ocupando una superficie de aproximadamente 11 metros de ancho por 13,5 metros de longitud (casi 150 m^2), y con un volumen total igual a 2.010 pulgadas cúbicas (cu.in), 32,94 litros.

De acuerdo a la Res. MAyDS 201/2021 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas” el contratista geofísico utilizará un procedimiento de Aumento Gradual de las fuentes de energía de aire comprimido (“*soft start*” o “*ramp up*” o en su traducción literal “Arranque Suave”) 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 las fuentes de energía de aire comprimido hasta alcanzar un nivel operacional antes del relevamiento, durante un periodo de 20 a 40 minutos, para brindar un tiempo adecuado a la fauna marina para que abandonen el área.

Página 14 de 134

4.3 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 diferentes. Uno es el buque de guardia o seguimiento (*chase*), cuya función es garantizar al buque sísmico (y su arreglo), una navegación segura, sin interferencias con otras embarcaciones; el otro es el buque logístico (*supply*), que se encarga de abastecer de provisiones e insumos, y de los cambios de tripulación.

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 Puerto Deseado, localizado en la Provincia de Santa Cruz.

La actividad sísmica propuesta se prevé que podrá extenderse hasta por 180 días durante la ventana operativa de septiembre de 2022 a mayo de 2023. Operará ininterrumpidamente las 24 horas, todos los días de operación.

5 LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

Las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se encuentran emplazadas sobre un área del Mar Argentino que abarca la Plataforma Continental Argentina, en profundidades de entre 30 m y 120 m. Esta zona integra un ecosistema marino oceánico de alta productividad y diversidad biológica, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

5.1 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

Se define como área de influencia de un proyecto a la zona sobre la que será posible medir impactos derivados de las acciones que proponga el mismo. Según sea el tipo de impacto, directo o indirecto, el área podrá ser de influencia directa (AID) o indirecta (AII). La “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2019) define al Área de influencia directa (AID) como “*la máxima área envolvente del proyecto y sus instalaciones asociadas, dentro de la cual se pueden predecir con una razonable (fundamentada) confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio*” y al Área de influencia indirecta (AII) como “*el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros*”.

Evidentemente, no es posible determinar el área de influencia del proyecto hasta tanto no se tengan evaluados los impactos. Sin embargo, considerando antecedentes similares se puede determinar un área de estudio que estimativamente abarque con cierta holgura las áreas de influencia directas e indirectas. Consecuentemente, la definición del Área de Estudio permite definir zonas de mayor interés y concentrar los esfuerzos hacia las mismas (ver Figura 4).

Dado que la manifestación de los impactos ambientales de una actividad, obra o proyecto puede variar de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que, en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, que luego se adicionan para definir el área de influencia del proyecto. De este modo, la delimitación del área de influencia puede considerar uno o varios polígonos.

Para la definición de dichas áreas para el proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” se parte entonces de la determinación del Área Operativa (AO) del proyecto, es decir del espacio en el que se realizarán las acciones claves del mismo. Como se mencionó anteriormente, el Área de Adquisición de datos sísmicos está rodeada por un área operativa más amplia (Área de Maniobras) que abarca las maniobras auxiliares del buque sísmico incluyendo los giros que realizará el conjunto sísmico para efectuar los cambios de líneas. El área resultante de la suma de ambas conforma lo que la Res. MAyDS 201/2021 define como “Área de Actividad”.

En su mayor extensión espacial el Área de Actividad no supera los 7 km de distancia desde el Área de Adquisición de datos sísmicos, y en su menor extensión comprende como mínimo 0,2 km alrededor de la misma (extremo nornoroeste).

El Área Operativa (AO) del proyecto incluye asimismo el puerto de Puerto Deseado, donde el buque logístico se reabastecerá de combustible, alimentos frescos y suministros cada 2 ó 3 semanas en promedio, y las rutas entre dicho puerto y las áreas de adquisición AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Si bien el proyecto establece el puerto de Buenos Aires como puerto de embarque, este puerto sólo se utilizará durante la movilización (ingreso del buque sísmico al país) y la desmovilización (salida del país del buque sísmico) por lo que este puerto y esta ruta solo se utilizarán una vez al principio del proyecto y una vez al final del mismo. Dado lo limitado de estas operaciones y que resultan habituales de la actividad naviera, no se prevé que las actividades del proyecto impliquen un impacto significativo sobre dichas áreas.

La disposición geográfica del Área Operativa (AO) del proyecto se presenta en la Figura 3. En la Figura 1 se presentó el detalle del Área de Actividad definida para el proyecto en base a las definiciones de la Res MAyDS 201/2021.

Página 16 de 134

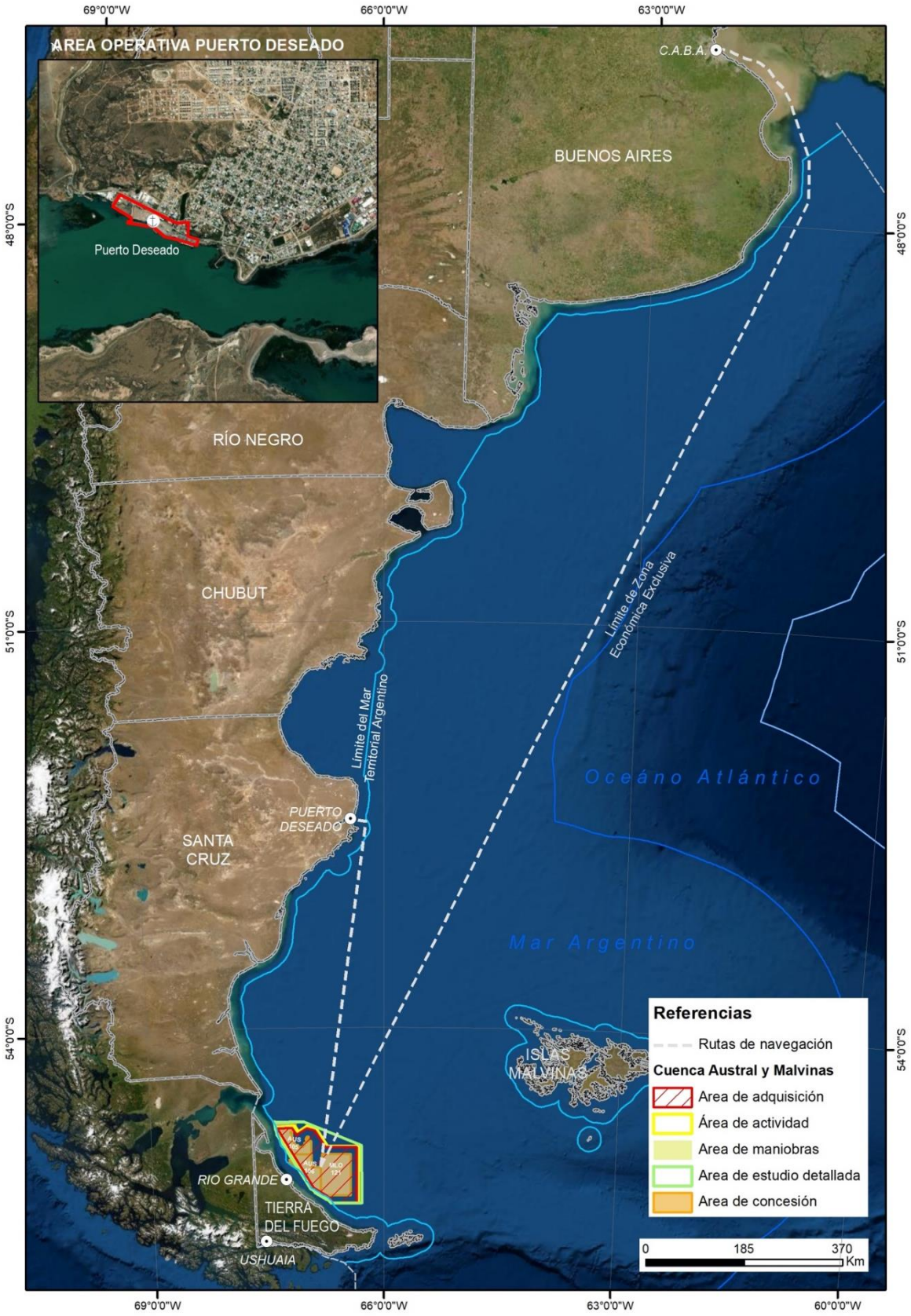


Figura 3. Área Operativa del proyecto.

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 17 de 134

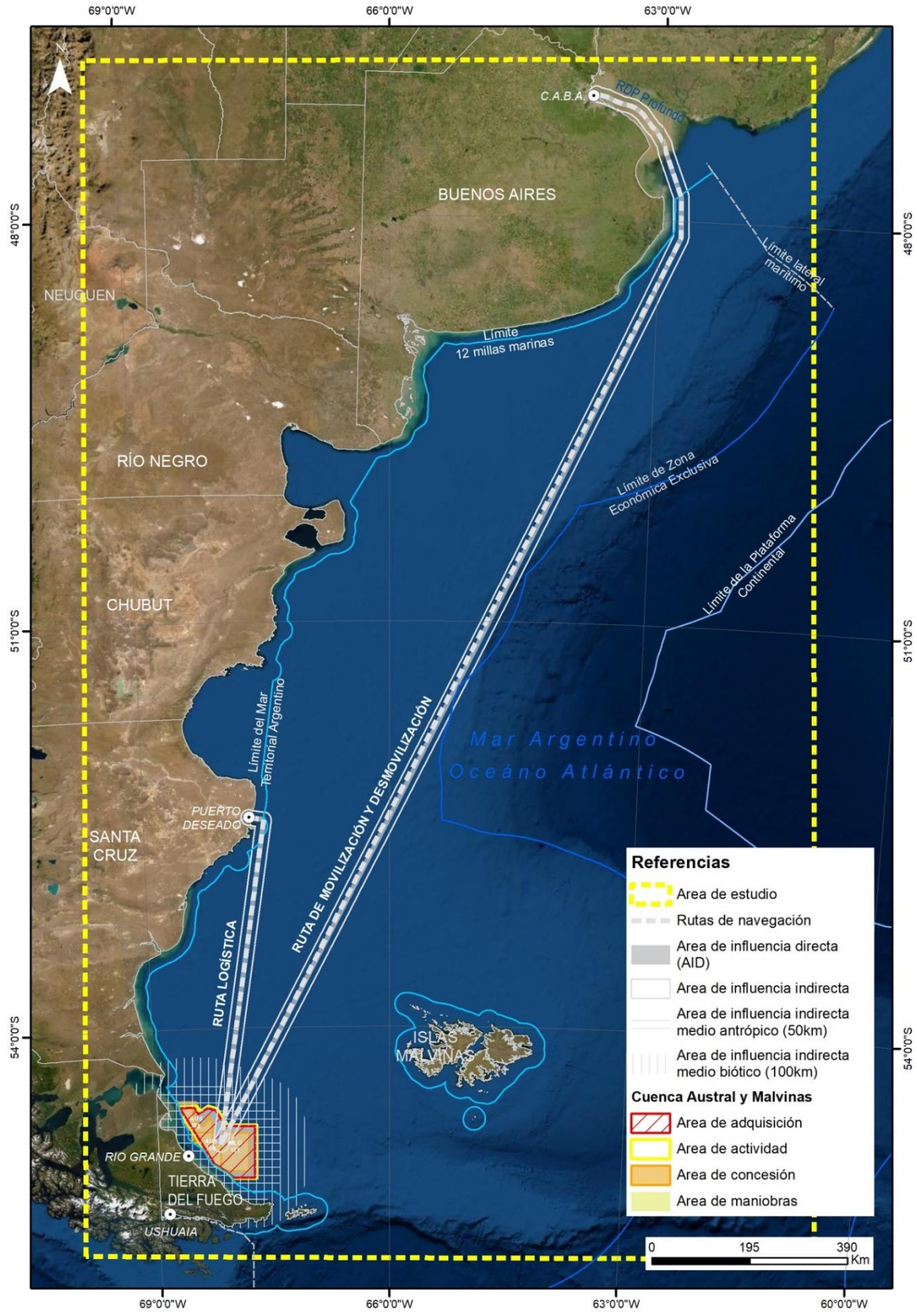


Figura 4. Área de estudio y áreas de influencias del proyecto.

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 18 de 134

Las áreas de influencia directa e indirecta se definen a continuación en función de los componentes biótico, físico y antrópico.

Área de Influencia del componente biótico

Se han considerado preliminarmente antecedentes de los potenciales efectos (y su alcance) sobre la biota marina típicamente asociados a los registros sísmicos exploratorios, que se caracteriza por la emisión de energía sonora. Asimismo, se ha tenido en cuenta la posibilidad de ocurrencia de incidentes de derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas con potenciales consecuencias para la fauna marina.

Se considera que para el componente biótico el alcance espacial de los potenciales efectos sobre los mamíferos marinos resulta abarcativo de los efectos sobre los otros factores del medio.

De este modo se establece un Área de Influencia Directa (AID) o área de impacto directo, que se asocia principalmente con la propagación acústica del ruido generado por la actividad, y cuya área de máxima incidencia se encuentra típicamente circunscripta a una distancia de entre 500 metros y 3 km del área de adquisición de datos sísmicos. En este sentido, el AID se define como un buffer de 3 km circundante al Área de Actividad del área AUS_105-106 y MLO_121. También como parte del AID se considera el entorno adyacente al puerto de Puerto Deseado y a las rutas de navegación entre los mencionados puertos y las áreas de adquisición.

Circundante al AID se considera un área buffer de 100 km medida desde el Área de Adquisición de datos sísmicos que contempla el alcance de los potenciales efectos sobre los mamíferos que no están relacionadas con las lesiones, es decir el área donde se podrían producir perturbaciones del comportamiento. Esta área conforma el área de influencia indirecta (AII). También circundante a las AID del puerto de Puerto Deseado y las rutas de navegación se considera un área de influencia indirecta.

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente biótico abarca un área de estudio a una escala general más amplia o “área de influencia regional” (Figura 4) que comprende los ambientes - y sus relaciones funcionales - entorno al proyecto, y que engloba a todas las áreas de influencia definidas anteriormente. En esta escala se realiza una caracterización general con énfasis en el análisis de ambientes sensibles (ANP, AICAs, Áreas Marinas Propuestas, etc.).

En las zonas donde el alcance espacial general no es aplicable a un recurso determinado, dentro de esta “área de influencia regional” se definió el análisis de una subzona pertinente delimitada aproximadamente por el polígono denominado Área de Estudio Detallada.

La disposición geográfica de las áreas de influencia para el componente biótico se presenta en la Figura 5.

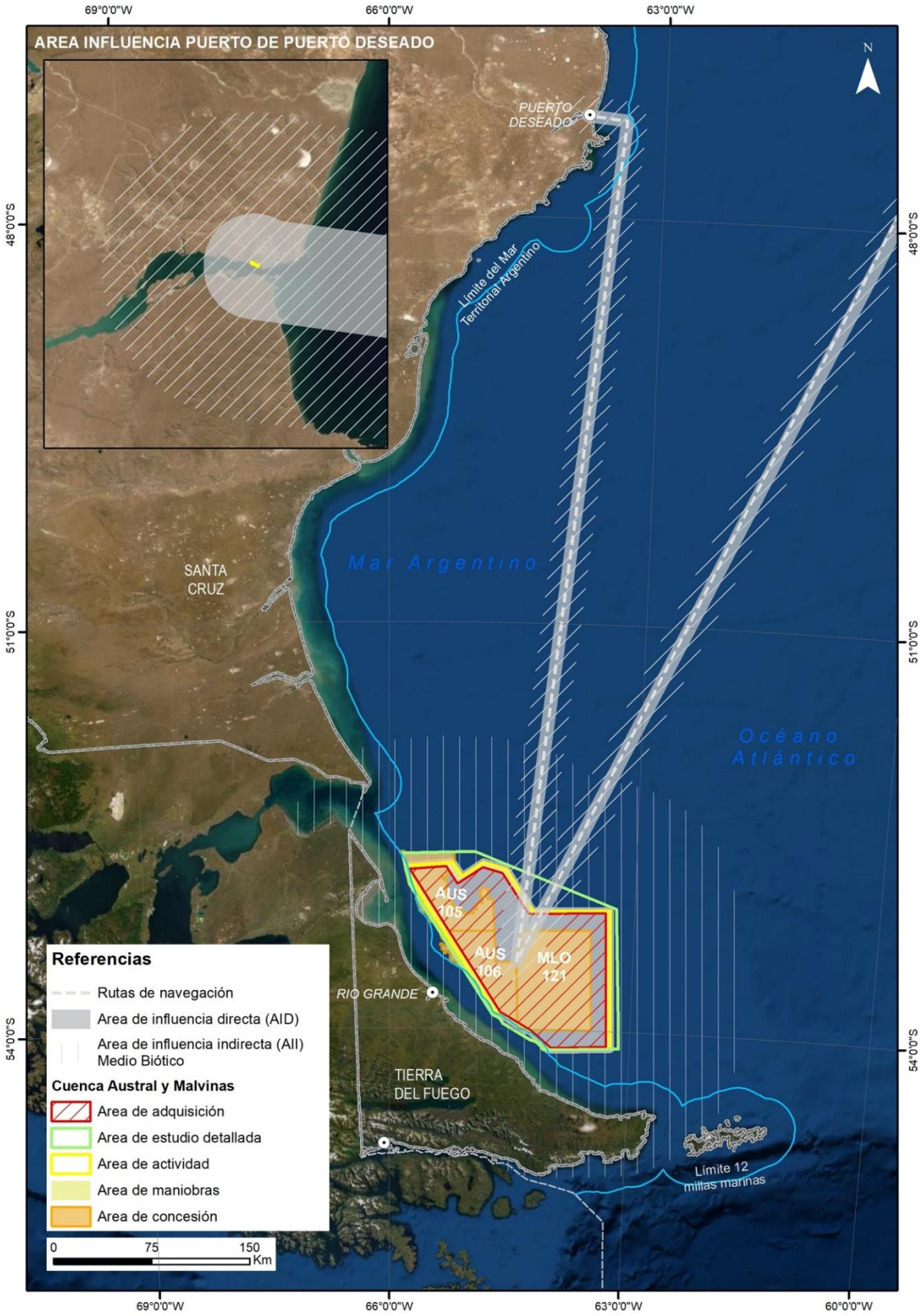


Figura 5. Área de Influencia del Componente Biótico.

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 20 de 134

Área de Influencia del componente físico

Dada la naturaleza del proyecto, las variables físicas (geológicas y oceanográficas) no se verán afectadas por las acciones del proyecto, sino, por el contrario, algunas acciones del proyecto serán condicionadas y afectadas por dichas variables en el sitio de emplazamiento.

En este sentido, los subcomponentes del medio físico han sido descriptos a escala general con el objeto de ayudar a conocer el sistema en su conjunto, y se han caracterizado en detalle las variables específicas que condicionan aspectos del proyecto o de la evaluación, tales como los vientos, las corrientes, mareas y olas, la temperatura, salinidad y velocidad de propagación del sonido en el agua, la batimetría y los sedimentos del fondo marino.

Área de Influencia del componente antrópico

Como se mencionó anteriormente, el área de adquisición de datos sísmicos se ubica costa afuera a aproximadamente 30 km de distancia del área costera más próxima en la provincia de Tierra del Fuego, más allá de las 12 millas del mar territorial, y a más de 30 km de la localidad costera más cercana (Río Grande).

Dada la naturaleza del proyecto no se prevén interacciones entre el proyecto y la franja costera territorial. Es dable mencionar que la exploración sísmica marina con técnicas modernas no produce pulsos significativos de ruido aéreo (Richardson et al., 1991). Por otro lado, el proyecto no requiere de la instalación de bases logísticas ni de infraestructura alguna para su desarrollo. El proyecto establece al puerto de Buenos Aires como puerto de escala y al puerto de Puerto Deseado como puerto de suministros o servicios logísticos. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en los mismos.

En este sentido, se consideran potenciales interferencias del proyecto sobre el medio antrópico con respecto a las actividades pesqueras, las actividades de explotación de hidrocarburos costa afuera, el tránsito marítimo y la infraestructura que pueda existir en el espacio costa afuera. También asociado al proyecto podrán asociarse algunos beneficios en cuanto a las actividades económicas en relación a la demanda de servicios y de mano de obra locales.

Con excepción de las actividades pesqueras y económicas, se estima que para el resto de los factores antes mencionados las interferencias se limitan al área en que dichas actividades y las del proyecto se superponen. En este sentido se considera el espacio que involucra al Área de Maniobras que abarca el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia física del buque sísmico y las embarcaciones de apoyo. En cuanto a las actividades económicas la demanda de servicios logísticos podrá tener alguna repercusión muy focalizada en relación a las prestaciones que brinde el puerto de servicios logísticos (Puerto Deseado) y posiblemente en algunas otras localizaciones en relación a otros suministros / servicios, pero en todo caso resultarían aspectos dispersos de escasa relevancia, que no incidirán sobre las economías locales. Lo mismo se puede mencionar en cuanto a la demanda de mano de obra, dado que el proyecto demanda en general personal con calificaciones específicas.

En cuanto a las actividades de pesquerías, este impacto de carácter indirecto (dado que el efecto potencial se da sobre las especies de interés comercial, e indirectamente sobre las actividades de pesca), se estima podría circunscribirse al entorno de los 50 km desde el área de adquisición de datos sísmicos de manera de abarcar ampliamente los potenciales efectos del proyecto sobre esta actividad. En cuanto a la interferencia del desplazamiento de las embarcaciones pesqueras, el impacto se limita al entorno cercano definido anteriormente para el resto de las embarcaciones.

El Área de Influencia Directa (AID) del componente antrópico se define entonces por un área circundante de 3 km al Área de Actividad, que involucra el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia del buque sísmico y las embarcaciones de apoyo. El Área de Influencia Indirecta (AII) queda delimitada por un buffer de 50 km de distancia respecto del Área de Adquisición en el entorno marítimo. Dado que las operaciones logísticas en el puerto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en el mismo, el impacto de estas actividades no excederá el Área Operativa en el ámbito portuario del puerto de Puerto Deseado. Como área de influencia del puerto de Puerto Deseado se establece un AID de 5 km entorno al mismo abarcando el hinterland portuario, contenido en un AII de mayor extensión (15 km).

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente antrópico comprende un área de estudio a una escala general más amplia y regional asociada a la identificación de los actores o partes interesadas en el proyecto.

La disposición geográfica de las áreas de influencia para el componente antrópico se presenta en la Figura 6.

Página 22 de 134

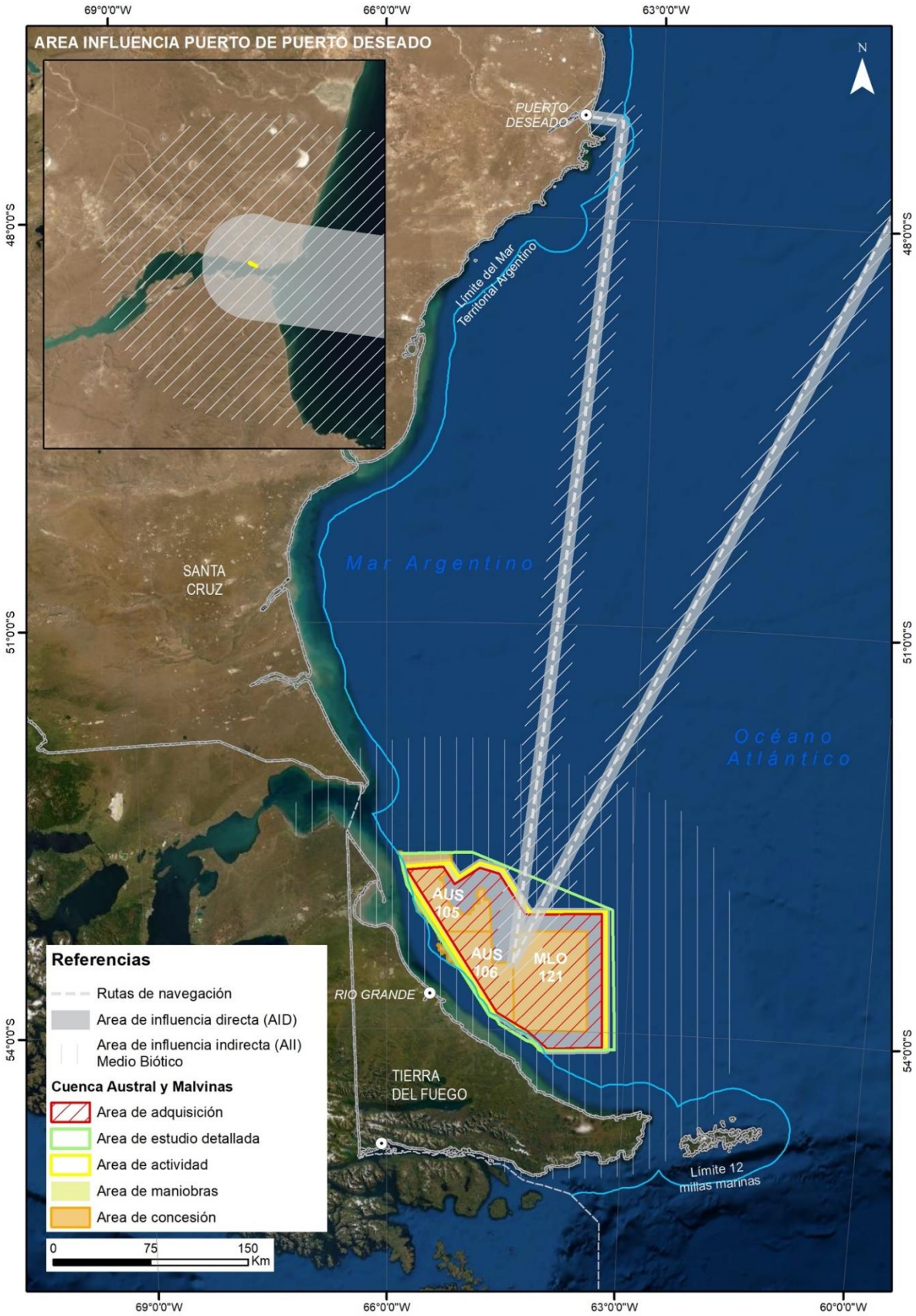


Figura 6. Área de Influencia del Componente Antrópico.

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 23 de 134

En la tabla a continuación se resumen las dimensiones de las áreas de influencia definidas.

Tabla 1. Dimensiones de las áreas de influencia definidas

	Área de Adquisición de datos sísmicos AUS_105-106 y MLO 121	**Ruta de navegación**	**Puerto apoyo**
Área Operativa (AO)	**Límite del Área de Maniobras/Actividad**	Rutas de navegación	Puerto de Puerto Deseado
Área de influencia directa (AID)	**Desde Área de Maniobras/Actividad, buffer +3km**	Desde AO, buffer +5km	Desde AO, buffer +5km
Área de influencia indirecta (AII)	**Medio biótico - Desde Área de Adquisición de datos sísmicos, buffer +100km**	Desde AO, buffer +15km	Desde AO, buffer +15km
	Medio antrópico - Desde Área de Adquisición de datos sísmicos, buffer +50km		

5.2 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.

La zona de estudio se emplaza sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego. Esta es la zona bajo el nivel del mar que va descendiendo de forma suave hasta una profundidad que suele alcanzar los 200 metros y linda con el talud.

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). De hecho, el área de estudio está atravesada por el sistema de fallas Magallanes-Fagnano, la cual constituye parte del límite de placa entre la Sudamericana y la de Scotia, activo y potencialmente sísmico (E. Lodolo, comunicación personal).

Actualmente, el movimiento entre ambas placas es lento (<5 mm/año) y la sismicidad en la región de Tierra del Fuego es muy baja (se reportaron eventos de magnitud <3,5 en el período 1997–1999). Sin embargo, de acuerdo a lo reportado por el Catálogo Sismológico internacional, históricamente la sismicidad ha sido significativa. Dos de los eventos más importantes ocurrieron el 17 de diciembre de 1949 "terremoto de Punta Arenas" y el 2 de febrero de 1879 "terremoto del estrecho de Magallanes" (Lodolo et al., 2003).

Página 24 de 134

Evolutivamente, el desarrollo del Margen Continental Argentino estuvo dominado más por factores climático-oceanográficos que tectónicos, comenzando así a imprimirse los rasgos morfosedimentarios definitivos. Estos fueron adquiridos como resultado de la interacción de diversos factores como las fluctuaciones del nivel del mar, isostasia, clima, procesos oceanográficos, dinámica sedimentaria y morfología y composición del substrato pre-transgresivo, siendo el proceso condicionante más relevante la transgresión postglacial, responsable de la configuración final de la plataforma, sus terrazas y su cobertura sedimentaria (Violante et al., 2014).

Si bien la plataforma está constituida por una superficie regular, se manifiestan desniveles representados por una sucesión de superficies subhorizontales (terrazas) a diferentes profundidades (30-70 m, 80-100 m, 110-120 m y 130-150 m) separadas por escalones de fuerte pendiente. Estas terrazas se denominan respectivamente niveles I, II, III y IV.

El descenso del nivel del mar durante la última época glacial (ocurrida hace 18.000 años) hizo que las aguas marinas retrocedieran hasta profundidades de unos 120 metros por debajo del nivel actual, de tal manera que la plataforma entera quedó expuesta a condiciones subaéreas, pudiéndose encontrar actualmente en su subsuelo restos de antiguas áreas continentales, relictos de redes fluviales, playas y suelos. El posterior ascenso intermitente del mar resultó en la conformación de terrazas marinas escalonadas, a diferentes profundidades, que forman el lecho de la plataforma y están constituidas por sedimentos pertenecientes a las primitivas playas hoy sumergidas (Violante et al., 2014). Las interrupciones en la velocidad de ascenso del nivel del mar, con la consiguiente estabilización de la línea de costa por tiempos relativamente prolongados, permitieron el modelado de una superficie erosiva que conforma la base de cada terraza (Parker et al., 1997; Violante, 2005; Perillo y Kostadinoff, 2005; Ponce et al., 2011).

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. 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). En el caso de la zona de estudio se diferencia dos situaciones. El sector norte de la misma presenta un predominio de texturas de grava mientras que el centro y sur de la misma exhibe el desarrollo de arenas (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa Argentina, 2008).

Oceanografía

El área Patagónica Sur recibe aguas provenientes de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA), las que ingresan a la plataforma por dos vías: el estrecho de Le Marie (espacio que existe entre la Isla Grande Tierra del Fuego y la Isla de los Estados) y por el sur de las Islas Malvinas, conformando la Corriente de Malvinas, la cual se divide en la rama oeste y la rama este, ambas dirigidas hacia el norte (Presta et al., 2012). La rama oeste se desplaza hacia el norte sobre la plataforma y se denomina corriente Patagónica. Esta última 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 (Violante et al., 2014; Piola y Gordon, 1989; Piola y Matano, 2001). Frente a la provincia de Buenos Aires, a 38°S, 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 26ºC en su superficie) y salinas que las aguas adyacentes (Campagna et al., 2006).

Además de la influencia de estas dos corrientes muy distintas, la circulación en la plataforma continental argentina está controlada por fuertes mareas (Glorioso y Flather, 1997, Palma et al., 2004a), importantes descargas de agua dulce (Piola et al., 2005) y vientos muy variables (Palma et al., 2004b; Piola y Matano, 2001). En las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, ubicadas sobre la plataforma continental y cercana a la costa, se generan velocidades de marea de magnitudes significativas (debido a que la zona está sujeta a un régimen macromareal), con direcciones aproximadamente perpendiculares a la costa.

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 (Environment Technology & Resource 1997). 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).

Resulta importante mencionar que las aguas del océano Atlántico Sudoccidental adyacentes a la Isla Grande de Tierra del Fuego constituyen un sistema altamente productivo. La confluencia de los océanos Atlántico, Pacífico y Antártico genera una variedad de regímenes de productividad, ya que favorecen en gran medida el afloramiento de nutrientes y la retención de plancton, manteniendo activos desde micro hasta macrozooplánctereres e influyendo en la distribución y evolución de una gran diversidad de especies y, por lo tanto, en la conformación de las comunidades de la región (Riccialdelli et al., 2014; Padovani et al., 2014). La mezcla determinada por el régimen macromareal de la región fuerza, también, el enriquecimiento en nutrientes de las aguas (Padovani et al., 2014). De esta manera, en el sector de las aguas subantárticas adyacentes a Tierra del Fuego existen tres áreas principales de gran productividad:

- la zona costera y norte de Tierra del Fuego, donde el aporte de las aguas del estrecho de Magallanes y el drenaje de las aguas continentales de la isla generan un frente de baja salinidad y alta concentración de nutrientes. En este sector corre hacia el norte la corriente Patagónica que, como desprendimiento de la CCA es rica en nutrientes y posee una alta saturación de oxígeno;
- las aguas del Pasaje de Drake, zona donde confluyen las aguas de los océanos Pacífico, Atlántico y Antártico y en la que puede incluirse el sector más externo de la boca del canal de Beagle y las aguas adyacentes a Isla de los Estados; y

- el área del banco Burdwood y las Islas Malvinas, influenciada por la corriente de Malvinas, rica en nutrientes y con alta saturación de oxígeno (Riccialdelli et al., 2014).

Es importante mencionar, que el área de estudio no se superpone de manera directa con ninguno de estos sectores, aunque es lindera a la zona costera de Tierra del Fuego.

Climatología

En el área de estudio la circulación atmosférica local está controlada por los Vientos del Oeste (*Westerlies*), que vienen a cerrar hacia las altas latitudes el bucle iniciado por los vientos Alisios ecuatoriales. Esto es, los Alisios y los Vientos del Oeste rodean los anticiclones dinámicos que se presentan en los océanos en las latitudes subtropicales y tropicales (en este caso, el anticiclón del Atlántico Sur). En el hemisferio austral, donde hay menos tierra en las latitudes intermedias para causar fricción y frenado, los Vientos del Oeste son particularmente fuertes. En las estaciones cálidas son menos intensos y se fortalecen en las estaciones frías, producto de la disminución del gradiente térmico entre el Polo y el Ecuador. Sobre el mar, la temperatura del aire se ajusta rápidamente a la temperatura de la superficie del agua debido al intercambio calórico mar-atmósfera.

5.3 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. Puntualmente, el área de operaciones del proyecto se localiza en la Provincia Magallánica, distrito Patagónico, subdistrito fueguino.

En las costas adyacentes hay zonas sensibles por ser poseedoras de una importante biodiversidad. Las aguas costeras patagónicas representan zonas de elevada productividad donde se congregan representantes de los distintos niveles tróficos para hacer uso de su provecho. Los intermareales albergan una fauna particular que son el alimento de numerosas aves marinas y costeras que se concentran allí para alimentarse. Además, las zonas terrestres adyacentes son sitios de asentamientos de aves marinas y costeras y mamíferos marinos. En el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verían afectadas de forma directa por la actividad principal del proyecto evaluado, pero habrá tránsito de buques desde y hacia el área de operaciones, para el cual el puerto de Puerto Deseado se utilizará como puerto de servicios logísticos. Durante el desarrollo del proyecto el buque logístico se reabastecerá de combustible, alimentos frescos y suministros cada 2 ó 3 semanas en promedio, por lo que los movimientos entre dicho puerto y el Área de Adquisición resultan ínfimos en comparación con la normal actividad de dicho puerto.

Comunidades Bentónicas

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del distrito Patagónico están dominadas por moluscos, equinodermos, briozoos y braquiópodos en ese orden. Es posible diferenciar 2 sectores, uno de menor profundad (<100 metros) coincidente con casi la totalidad de Área de Actividad del proyecto, en donde se observa una menor riqueza específica y otra de mayor profundidad (100-200 metros) de mayor riqueza. De hecho, prácticamente la totalidad de las especies reportadas en la región interna se identifican en la región externa, pero no así en el sentido inverso. Las diferencias entre las distintas comunidades parecieran deberse a la temperatura de las aguas y, en segundo lugar, la morfología de fondo. La región externa está influenciada por la Corriente de Malvinas y por lo tanto sus aguas son más frías y con alto contenido de nutrientes. En cambio, la región interna se encuentra influenciada por la Corriente Patagónica Subantártica, de aguas más templadas. Además, la plataforma continental hasta los 100 metros de profundidad presenta irregularidades en el terreno que parecieran limitar el establecimiento de ciertas especies bentónicas (Bastida, Roux, y Martínez, 1992). Los anélidos poliquetos (filo Annelida, clase Polychaeta) son otro grupo faunístico muy bien representado en las comunidades bentónicas de la Plataforma Continental Argentina. Su diversidad y abundancia se reporta elevada para todas las profundidades (Perry, 2005).

Para el área de adquisición de datos sísmicos AUS_105-106 y MLO_121 se registraron un total de 22 grupos taxonómicos que integran la comunidad bentónica, principalmente compuesta por Poriferos, Cnidarios, Nemertinos, Moluscos, Poliquetos, Priapulidos, Crustáceos, Pantopodos, Briozoos, Equinodermos y Ascidias (Lovrich et al., 2010; Riccialdelli et al., 2012; Schejter et al., 2014 y Schejter et al., 2017).

Mención especial debe realizarse en cuanto a los crustáceos decápodos, ya que estos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Para el área de influencia del proyecto se registran seis especies (Zaixso y Boraso, 2015): *Pterygosquilla armata* (Galera o Mantis de mar), *Munida gregaria* y *M. subrugosa* (Langostillas o bogavantes), *Paralomis granulosa* (centollón), *Lithodes confundes* (Centolla espinosa) y Centolla Patagónica (*Lithodes santolla*). Esta última especie presenta un área de reproducción, cría y muda en la zona del proyecto, aunque no exclusiva.

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. En cercanías del Área de Adquisición de datos sísmicos, los puntos en donde se registran de manera bien definidas las mayores concentraciones de clorofila son los alrededores de las islas Malvinas (la plataforma y el borde de las mismas) y las capas sub-superficiales (alrededor de los 50 m) de las aguas antárticas en el Pasaje de Drake, al Sur del Frente Polar (Campagna, Verona, y Falabella, 2006).

En los alrededores de las islas Malvinas, las condiciones que permiten una elevadísima productividad se asocian a una importante surgencia de aguas antárticas. Allí, el Banco Burdwood y las Islas del Archipiélago de Malvinas, interrumpen el flujo de aguas de la corriente circumpolar antártica en su desplazamiento hacia el Norte. La topografía del fondo define los frentes y las surgencias, y genera circulaciones locales que rodean las islas Malvinas y el banco Burdwood. La consecuencia directa es una alta concentración de nutrientes y la saturación de oxígeno. La producción primaria resultante observada en los alrededores de las Islas Malvinas se encuentra entre las más altas del Mar Argentino (Campagna, Verona, y Falabella, 2006). Si bien la concentración de fitoplancton es elevada durante todo el año, las máximas concentraciones de clorofila se suelen observar a fines de la primavera y comienzos del verano (Campagna, Verona y Falabella, 2006).

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

El Área de Adquisición de datos sísmicos se ubica en el frente surpatagónico, zona económica exclusiva Argentina (Cepeda et al., 2018), y el frente de productividad más cercano es el de Bahía Grande (Romero, 2008). Si bien el área de influencia directa del área AUS_105, AUS_106 y MLO_121 no coincide con un frente de alta productividad fitoplanctónica (inferido por la concentración de clorofila satelital), se evidencian altas concentraciones de clorofila > 2 mg m^{-3} en la zona pertinente para primavera y verano.

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

Con abundancias variables a lo largo de las estaciones, los componentes principales de la plataforma patagónica sur son para las zona cercana al Área de Adquisición de datos sísmicos definida en el trabajo de Cepeda y colaboradores (2018) como Aguas del Estrecho de Magallanes (MSW): adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *C. australis* y el anfípodo *T. gaudichaudii*. Mientras que la zona Aguas de la plataforma subantártica (SASW) se caracteriza por copepoditos C4-5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C.vanus*, *C. brevipes* y *C. smillimus*; el cyclopoidio *O.aff.helgolandica* y *O.atlantica*; T. *gaudichaudii*, juveniles de eufaúsidos. Migrantes estacionales epipelagicos tales como *N. tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *M. luces* han sido registrados en bajo número sobre la plataforma externa, cerca del talud (Ramírez y Sabatini, 2000). Las contribuciones significativas de especies de pequeño tamaño como *O. aff.helgolandica y M. norvegica*, sólo se han hecho evidentes recientemente a partir de muestreos con redes de malla fina. En términos de ocurrencia y abundancia, estos copépodos ocupan, respectivamente, el segundo y tercer lugar en abundancia en la comunidad después de *D. forcipatus*. *C. vanus* aparece cuarto en abundancia, más concentrado en las aguas offshore, mientras que la importancia numérica relativa de *C. australis* parece ser menor que la establecida previamente usando redes más gruesas (Antacli et al., 2010; 2014). Para el área de influencia directa del área AUS_105-106 y MLO_121 se observa que los copépodos *O.aff.helgolandica*, *O.atlantica* y el anfípodo hipérido *T. gaudichauddi*, son los más importantes en esta área.

La plataforma sur patagónica se caracteriza por cambios estacionales en las comunidades de plancton, típicos de regiones de temperaturas frías, con una marcada estacionalidad en la abundancia del mesozooplancton después del bloom primaveral del fitoplancton (Sabatini et al., 2016). Estudios puntuales sobre biomasa del zooplancton en la plataforma patagónica austral durante la temporada estival indicaron que las biomasas más altas se registraron para la zona de estudio en el área de Bahía Grande, no superponiéndose con el área de influencia directa del área AUS_105-106 y MLO_121.

Respecto al Zooplancton gelatinoso (ZG), en el área de influencia directa de AUS_105, AUS_106 y MLO_121 solo hay presencia de estómagos de peces con ctenoforos, siendo baja la diversidad de ZG en la zona. No se encontraron estudios sobre la distribución estacional del ZG para el área mencionada.

La bibliografía recopilada permite concluir que el área de influencia directa AUS_105-106 y MLO_121 no se superpone con las máximas concentraciones de biomasa zooplanctónica ya que en esta zona el frente más próximo se localiza en el área de Bahía Grande. Asimismo, el área de influencia directa AUS_105, AUS_106 y MLO_121 está alejada de los frentes de máxima productividad. Sin embargo, se registran en primavera-verano altas concentraciones de biomasa zooplanctónica principalmente de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii* cercanas el área de influencia directa AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Cabe mencionar que hay variaciones intra e interanuales de estas comunidades registrados por varios autores

Peces, Cefalópodos y sus Pesquerías

Para el área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias se registran un total de 63 especies de peces. Los Osteíctios son los más abundantes en número con 45 especies citadas, y dentro de Condrictios se identificaron 11 especies, la gran mayoría correspondió al orden Rajiformes. En esta área se registran 4 especies de Agnatos.

Tomando como referencia el listado de ictiofauna y su categorización UICN (2020) para el área de estudio del proyecto, la categoría dominante es la No evaluada (NE: 73 %), seguida por la categoría Preocupación menor y datos deficientes (ambos 10%). Se destacan dentro de condrictios tres especies vulnerables (*Bathyraja albomaculata, Zearaja chilensis y Squalus acanthias*).

La zona del Banco Burdwood y la plataforma continental Argentina al oeste de las Islas Malvinas han sido mencionadas como un área importante de concentración de larvas de peces (Ehrlich et al., 1999). También la zona comprendida entre la desembocadura del Canal Beagle e Isla de los Estados (Machinandearena y Ehrlich 1999). No obstante, se considera que la plataforma muy somera (<100 m) no representa un área masiva de presencia de huevos.

Un aspecto no menos importante es que casi todas las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. La sardina fueguina que es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica aun siendo abundante en la zona de la prospección también posee una amplia distribución. El Área de Adquisición de datos sísmicos se superpone con el área de reproducción de la sardina fueguina, principalmente en otoño y verano, si bien no es un área exclusiva de reproducción. En el caso del Róbalo, parecería que en el canal de Beagle se reproducen en las pozas de marea, depositando sus huevos en pequeñas concavidades construidas en la arena.

El área de influencia del proyecto posee una baja importancia pesquera o es muy marginal para algunas especies de reconocida importancia en la región sur como Merluza de Cola, Bacalao Austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca, a la vez que es dable destacar que ninguna de estas especies posee su área de reproducción en el Área de Adquisición de datos sísmicos. La distribución espacial de las pesquerías evidencia que existe una baja interacción con la zona del proyecto, y solamente en el sector noreste, sobre la salida del Estrecho de Magallanes en verano y primavera. Ninguno de los puertos cercanos a la zona de proyecto (Ushuaia, Punta Quilla, Puerto San Julián, Puerto Deseado) posee relevancia comparado con otros puertos localizados al norte.

Respecto a los cefalópodos, se destacan 2 especies en el área de estudio. *Doryteuthis gahi (=Loligo gahi)* (calamarete) e *Illex argentinus* (calamar), el área de prospección sísmica es marginal para su distribución y no posee valor crítico para la reproducción o cría de este grupo. El área del proyecto tampoco se superpone con las áreas de captura de calamares y calamaretes.

Aves Marinas

Para el área del proyecto, se contabilizaron 55 especies potencialmente presentes, con ocurrencias confirmadas para 53 de ellas en los últimos años. Para el área de influencia, se presentan los siguientes órdenes: Sphenisciformes (pingüinos), con 6 especies; Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 34 especies, Pelecaniformes con 2 especies y Charadriformes (chorlos y salteadores) con 11 especies.

Según la categorización de aves de Argentina (2017) 8 de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de amenaza de extinción (EC, EN y AM) y 11 casi amenazadas (VU). De acuerdo a la publicación más reciente de la lista Roja de la UICN (2020) se presentan 12 especies en categorías de amenazas (CR, EN y VU) y 7 como casi amenazadas (NT).

Hay 13 especies muy frecuentes y abundantes en la región: Pingüino patagónico (*Spheniscus magellanicus*), Pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*), Albatros errante (*Diomedea exulans*), Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), Petrel gigante del norte (*Macronectes giganteus*), Petrel gigante del sur (*Macronectes halli*), Petrel plateado (*Fulmarus glacialoides*), Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*), Yunco común (*Pelecanoides urinatrix*), Paíño común (*Oceanites oceanicus*) y Cormorán imperial (*Leucocarbo (=Phalacrocorax) atriceps*). También son frecuentes los priones (*Pachyptila sp*.).

La distribución de aves marinas en el Mar Argentino no es uniforme. Cooke y Mills (1972) mencionan grandes concentraciones de aves a la altura aproximada de Bahía de San Sebastián. Orgeira (2001) y Favero et al. (2005) encuentran mayores concentraciones hacia el sur del área de estudio, entre Isla de los Estados y las proximidades del frente subantártico (FSA), pero los muestreos realizados no brindan una buena cobertura del área de estudio. También corresponden a la temporada de verano los censos de aves y mamíferos marinos realizados por investigadores del CENPAT y del CADIC a bordo de Buque Río Deseado y la mayoría de los registros de eBird costa afuera. Algunos registros de eBird costa afuera corresponden al mes de junio. Seco Pon et al. (2019) relevaron la mayor parte del área de estudio entre agosto y noviembre de 2012, la mayor densidad de observaciones y abundancia en el sector costa afuera entre la Bahía de San Sebastián y Río Grande, en un área similares a las observada por Cooke y Mills, 40 años antes.

Hacia el norte, a aproximadamente 70 km del Área de Adquisición se destaca el Cabo Vírgenes, el que incluye una de las mayores colonias del pingüino patagónico. También incluye colonias reproductivas de otras aves marinas como la gaviota cocinera y el cormorán cuello negro, y cuenta con la presencia de otras aves marinas. Hacia el sur del área de implantación del proyecto se encuentra la Península Mitre (50 km aproximadamente), la que se destaca por la abundancia de aves marinas (principalmente pingüinos y cormoranes). A más de 90 km del área de operación, la Isla de los Estados se destaca por ser un sitio donde las aves marinas y costeras nidifican. Entre las especies de aves nidificantes se destacan el pingüino penacho amarillo, pingüino patagónico y los cormoranes. Además la isla cuenta con la presencia de muchas otras especies de aves. Resulta importante mencionar que las aguas al Este de Tierra del Fuego, es un sitio que se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados.

Mamíferos Marinos

Para el área de estudio se contabilizaron 39 especies potencialmente presentes, con ocurrencias confirmadas para 13 de ellas, con 9 especies de Pinnipedos (Carnivora) y 30 especies de Cetáceos (Cetartiodactyla). Las especies con mayores referencias para la zona son los pinnípedos *Arctocephalus australis* (Lobo marino de dos pelos), *Otaria flavescen* (Lobo marino de un pelo), *Mirounga leonina* (Elefante marino del sur); las ballenas *Eubalaena australis* (Ballena franca austral), *Balaenoptera bonaerensis* (Ballena Minke Antártica), *Balaenoptera borealis* (Ballena Sei) y *Megaptera novaeangliae* (Ballena jorobada), los delfines *Cephalorhynchus commersonii* (Tonina overa), *Delphinus delphis* (Delfín común), *Lagenorhynchus obscurus* (Delfín oscuro), *Lagenorhynchus australis* (Delfín austral), *Orcinus orca* (Orca) y *Tursiops truncatus* (Delfín nariz de botella).

Cuatro de las especies de presencia confirmada en el área de estudio se encuentran amenazadas. Las denominaciones de las categorías de Argentina y la UICN son equivalente en cuanto a significado, pero no necesariamente en cuanto a las especies amenazadas. Para Argentina la ballena sei, la 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, pero para Argentina esa no es una categoría de amenaza. El delfín nariz de botella es vulnerable para Argentina, pero no está amenazado a nivel global. Para la mayor proporción de las especies de presencia probable en el área estudiada, no se cuenta con información suficiente para evaluar su riesgo de amenaza de extinción (DD).

El área del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, y dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en la zona, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie (declarada Patrimonio Natural de la Argentina).

Áreas Protegidas

En las inmediaciones del área de estudio, se contabilizaron un total de 10 Áreas naturales protegidas (ANP) terrestres en la provincia de Tierra del Fuego, la mayoría se encuentran distantes del área de prospección sísmica, siendo la más cercana la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, la que se ubica de 25 km de distancia del Área de Adquisición. Hacia el norte, en la Provincia de Santa Cruz se observan varías ANP costeras, siendo la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes la más próxima localizada a aproximadamente 70 km del Área de Adquisición.

Las áreas marinas protegidas (AMP) con las que cuenta en la actualidad Argentina (AMP), Yaganes (localizada a más de 100 km del Área de Adquisición de datos sísmicos), y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, en el Atlántico Sur (localizada a más de 250 km del Área de Adquisición de datos sísmicos) se encuentran incluso fuera del área de influencia indirecta del proyecto.

En el marco del Convenio de Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU a los que la Argentina se adhirió, se han sido definido varios sitios relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino, los cuales si bien no tienen propuestas de creación, son los que se considera como potenciales áreas marinas a proteger. El área Talud Austral (TA) se ubica a más de 90 km del Área de Adquisición y el Frente de Patagonia Austral (FPA) a más de 100 km de la misma.

El área de influencia indirecta de AUS_105-106 y MLO_121 se superpone con la Zona de Protección Especial 11 “Bahía San Sebastián - Río Grande” y con la Zona de Protección Especial 10 “Cabo Vírgenes”.

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

En el área de influencia del proyecto se han identificado las siguientes Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS) que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino: la Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego y zonas adyacentes emplazada a más de 25 km de distancia del Área de Adquisición, Península Mitre a más de 50 km de distancia del Área de Adquisición y Cabo Vírgenes a aproximadamente 70 km.

Dentro de las áreas candidatas para AICAS marinas se destaca por su coincidencia parcial con la zona del proyecto, la denominada Aguas al Este de Tierra del Fuego, zona de gran importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Resulta importante mencionar que esta área es a la fecha “sitios candidato”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre la misma.

5.4 MEDIO ANTRÓPICO

Debido a la naturaleza costa afuera del proyecto de relevamiento sísmico, el análisis del medio antrópico se focalizó en el área de influencia definida para este y su uso socio-económico, comprendiendo al puerto de Puerto Deseado, puerto de apoyo logístico definido para el Proyecto, situándose el Área AUS_105-106 y MLO_121 a más de 30 km de la localidad costera más próxima, Río Grande (Provincia de Tierra del Fuego).

Contexto Político Administrativo

El proyecto se desarrollará más allá de las 12 millas correspondientes al mar territorial. Toda el área de prospección se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Las áreas de estudio corresponden al concurso público internacional Costa Afuera N° 1 (Ronda N°1) para la adjudicación de permisos de exploración para la búsqueda de hidrocarburos en las áreas del ámbito Costa Afuera Nacional, el cual incluye 18 bloques correspondientes a la Cuenca Malvinas Oeste (MLO) y 6 bloques en la Cuenca Austral (AUS). El Área MLO_121 se ubica en la Cuenca Marina Malvinas, en la Zona 2 junto a otras seis áreas. Por otro lado, las Áreas AUS_105 y AUS_106 se ubican en la Cuenta Austral, en la Zona 6 junto a otras cuatro áreas.

Localidades costeras próximas

La localidad costera más próxima a las áreas en estudio es la **Ciudad de Río Grande**, ciudad y municipio autónomo localizado en la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, Argentina. Se encuentra ubicada en la costa noreste de la isla Grande de Tierra del Fuego sobre el Mar Argentino, cuyo afluente austral del Océano Atlántico se denomina el Río Grande. Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010), la población era de 66.475 habitantes; para el año 2019, estimándose el crecimiento poblacional, la población rondaría los 100.000 habitantes, resultando ser la ciudad más poblada de la provincia.

Se manifiesta como la ciudad netamente industrial más austral del país y un fuerte polo económico que resulta trascendente dentro de la economía nacional, ya que se llevan a cabo gran cantidad de procesos industriales y posee numerosas fábricas nacionales como internacionales. En cuanto a su puerto, el mismo se denomina Puerto Caleta La Misión, se trata de un proyecto paralizado con muelle offshore para tráfico marítimo de ultramar, a orillas del mar argentino. La obra fue licitada inicialmente en el año 1995; 25 años después la misma aún no ha sido finalizada.

Puerto Deseado (localidad donde se ubica el puerto de apoyo) es una ciudad ubicada en el departamento Deseado de la provincia de Santa Cruz. Se sitúa sobre la orilla norte de la ría Deseado. Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010), la población era de 14.183 habitantes. Dicha ciudad además es un puerto pesquero y comercial, cuya actividad constituye uno de los principales pilares de la economía en la misma.

Página 34 de 134

Puerto de Puerto Deseado

Si bien las áreas de adquisición de datos sísmicos se encuentran en la zona marítima, el Puerto de Puerto Deseado oficiará como soporte terrestre para actividades muy puntuales: cambio de tripulación y provisión de insumos. El mismo se encuentra ubicado geográficamente sobre el Mar Argentino. La ciudad de Puerto Deseado está comunicada a través de la Ruta Nacional N° 281, a 126 km, con la Ruta Nacional N° 3. Dista 304 km de la ciudad de Comodoro Rivadavia; 788 km de Río Gallegos; 210 km de Caleta Olivia; y 2.204 km de Buenos Aires .

El puerto de Puerto Deseado es un puerto natural, multipropósito, apto para buques de ultramar y cabotaje; operan en él portacontenedores, cruceros turísticos, pesqueros tipo congelador, arrastreros, tangoneros, poteros y palangreros. Se destaca desde el punto de vista de la diversidad de sus operaciones y opera en las exportaciones de los productos santacruceños y patagónicos. Además, se trata de una zona de practicaje obligatorio para buques de bandera extranjera.

Es de uso público, propiedad de la provincia de Santa Cruz y es administrado por la Unidad Ejecutora Portuaria de Santa Cruz (UnEPoSC) desde 1992. Cuenta con un muelle de 739,11 m de longitud total, posee el frente más extenso de Santa Cruz. Los buques de carga general que operan habitualmente alcanzan esloras de 180 m, pero no existen inconvenientes en que operen buques de mayores esloras, siempre que sus calados lo permitan.

Navegación

La navegación en la zona del puerto de Puerto Deseado presenta una elevada intensidad, como es de esperar, al ser el sitio de ingreso y salida de los buques, en la zona de adquisición de datos sísmicos se cuenta con una densidad baja en lo que respecta a la densidad del transporte marítimo. En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a las rutas de navegación que conectan el puerto de Puerto Deseado y la zona de adquisición de datos sísmicos de las áreas AUS_105-106 y MLO_121, predominan los barcos pesqueros y buques de carga.

Pesquerías

A nivel regional, la actividad pesquera es de gran importancia en la mayor parte de las ciudades apostadas sobre el litoral marítimo argentino. Puede destacarse su generación de empleo y actividad; y a nivel nacional por su aporte en la generación de divisas a través de sus exportaciones. En el área de influencia directa de AUS_105, AUS_106 y MLO_121, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca. No obstante, según la Resolución del Consejo Federal Pesquero (CFP) 12/2018 para la Zona Sur entre los paralelos 52º y 54º30’ de latitud Sur presenta veda para Centolla (*Lithodes santolla*), la que se extiende desde el 1º de abril al 31 de julio de cada año.

Página 35 de 134

Actividad Hidrocarburífera

Linderos a las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se observan los bloques de explotación Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO, todos operados por Total Austral S.A., los cuales quedan comprendidos parcialmente en el Área de Actividad del proyecto. Ubicado al oeste del área de prospección, en el bloque CAU correspondiente al yacimiento Vega Pleyade se identifican dos pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Ple-9(h) y TAU.MA.Ple-10(h) localizados a una distancia de más de 6 km del Área de Actividad. Estas reservas que entraron en producción en el año 2016 han sido desarrolladas a través de una plataforma ubicada en una zona con una profundidad de 50 metros y se conecta a las plantas de tratamiento de Río Cullen y Cañadón Alfa situadas en las costas de Tierra del Fuego, a través de un gasoducto submarino de 24'' y 77 km de longitud.

Por su parte, en el bloque CAU ubicado al norte del área AUS_105 se identifican pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Car.1-5(h).T1, TAU.MA.Car.1-4(h), TA.CMA-1.Car1.PH-3 y TA.CMA-1.Car1.PH-1) ubicados a más de 18 km de distancia del Área de Adquisición de datos sísmicos. Esta producción cuenta con una plataforma offshore operada desde la costa y se conecta también a la planta de tratamiento de Río Cullen a través de un gasoducto de 24''.

Los bloques CNOR, CSES, LEO y TASI fueron otorgados en el año 2013 y de acuerdo a los datos de la Secretaría de Energía estos bloques no serían aun productivos.

En cuanto a las actividades de exploración, para el sitio en estudio se observa la existencia de actividades exploratorias 2D y en menor medida 3D.

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. En la zona en estudio, solo se encuentra el cable subacuático denominado "ARSAT", uniendo el territorio de la provincia de Tierra del Fuego con la provincia de Santa Cruz, a 50 km aproximadamente del Área de Actividad.

En el caso de los ductos presentes en el área de influencia del proyecto se pueden identificar: acueductos, gasoductos, oleoductos, poliductos, entre otros. Los mismos se hallan hacia el noroeste y oeste del Área de Adquisición de datos sísmicos. Sólo se divisa un ducto sobre el extremo noroeste del Área de Actividad no obstante, se encuentra en el Área de Maniobras, fuera del límite del polígono del Área de Adquisición de datos sísmicos. Se trata de un poliducto denominado "Gasolinoducto de exportación 24" con Línea MEG 4", el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. según la información presente en la base del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Secretaría de Energía.

Finalmente se ha analizado la ubicación de aquellos Pozos de hidrocarburos que se encuentran dentro del Área de Actividad, observándose siete. Todos los pozos identificados corresponden a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A., cinco de los pozos se encuentran en estado de "abandono" y dos "inactivos". De los pozos "abandonados", cuatro se encuentran dentro del Área de Adquisición (solo los pozos TA.CMA-9.Fen.x-1 y TA.CMA-1.Ind.x-1 se ubican dentro del Polígono de Trabajo Sísmico) y uno en el Área de Maniobras (pozo TA.CMA-1.Car.e-9). Ambos pozos "inactivos" se encuentran dentro del Área de Adquisición pero por fuera del Polígono de Trabajo Sísmico.

Partes Interesadas

El propósito principal del proceso de participación de las partes interesadas consiste en identificar los posibles aportes ambientales y sociales de los actores relevantes y las probables preocupaciones, vinculadas al proyecto. EQUINOR, con un enfoque en el compromiso temprano, llevó a cabo una amplia investigación y análisis de las partes potencialmente interesadas relacionadas con los programas sísmicos costa afuera planificados en Argentina. Se identificó a las partes interesadas y analizando su nivel de interés o influencia sobre el proyecto, se definieron a los actores clave, entiendo a los mismos como aquellos cuya participación es necesaria para el adecuado logro de la finalidad y objetivos establecidos para la evaluación.

La estrategia definida por EQUINOR se basa en la comunicación proactiva, procurando que la divulgación y el diálogo con las partes interesadas sea un proceso continuo con tres fases principales.

En la Fase 1, se ha llevado a cabo la consulta temprana con actores clave antes de presentar el EsIA (comenzada en octubre 2020), y se realizarán actividades de comunicación hasta la Audiencia Pública, así como posteriormente a la misma. La Fase 2, previa a la aprobación del EsIA, se focalizará en continuar con las acciones de comunicación y consultas, evaluación y mitigación. La Fase 3 corresponde al monitoreo y comunicación con las partes interesadas posterior a la aprobación del EsIA y hasta que finalicen las operaciones.

Página 37 de 134

6 MODELACIÓN ACÚSTICA

El proyecto a desarrollarse implica la afectación transitoria 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 presentan las características principales de emisión del arreglo sísmico y se resumen los principales aspectos y resultados de las modelizaciones realizadas.

En primer lugar, se describen brevemente los parámetros y métricas empleados para el análisis, cuya definición rigurosa se brinda en el Capítulo 4.

6.1 EMISIÓN SONORA SUBMARINA POR LAS FUENTES DE ENERGÍA DE AIRE COMPRIMIDO

Glosario de términos y métricas empleados

La fuerza de la fuente es la presión acústica máxima irradiada por una fuente sísmica marina medida en Bar-m referida a 1 m de la fuente.

Dado que los aparatos auditivos perciben un rango muy amplio de presiones, el sonido se mide en una escala basada en el logaritmo de las razones entre las presiones medidas y una presión de referencia. Para indicar el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level - SPL) se utiliza la escala de decibelios (dB) relativos a 1 microPascal (1 μPa).

El valor de presión pico a pico (p-p) de la fuente expresado en Bar-m se puede convertir al nivel sonoro de la fuente SPL en dB re 1 μPa-m de la siguiente manera:

SPL (dB re 1μPa-m) = 20 log (p-p) + 220

La presión acústica cero a pico (0-p) representa a la amplitud medida entre el cero y el pico positivo, que es 6 dB menor que la presión (p-p) si los picos positivo y negativo tienen igual intensidad.

Dado que los umbrales de afectación a la biota se expresan en función de la presión acústica cero a pico, todo el análisis se realizará utilizando esta métrica, denominada SPLpeak.

El Nivel de Exposición Sonora SEL (Sound Exposure Level) es una medida de la energía de una señal acústica, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de esta. Sus unidades del SEL son dB re 1μPa^2 s. Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada. Si bien las unidades del SEL y del SPL son diferentes, el valor numérico del SEL es típicamente de 20 a 25 dB inferior a SPLpeak.

Los niveles sonoros en el mar y en el aire no pueden ser comparados, ya que como consecuencia de los cambios en la presión de referencia y en la impedancia del medio, una presión p provocará una intensidad I (dB) en el aire y una intensidad I + 62 dB en el mar.

Página 38 de 134

Características de la emisión por parte de arreglos de prospección sísmica

La mayor parte de la energía sonora producida por una serie de emisiones sísmicas está en el rango 10-300 Hertz (Hz), con los niveles más altos en las frecuencias de menos de 100 Hz. La Firma Acústica en el Campo Lejano (Far Field Signature – FFS) del arreglo es la salida de señal teórica observada de una fuente en una masa de agua infinita.

Las firmas teóricas de las fuentes se propagan a una distancia arbitraria de 9.000 m por debajo de la matriz de fuentes y se suman para representar una fuente puntual en esa posición de campo lejano, siendo un punto donde las señales de salida de las fuentes de energía de aire comprimido individuales interfieren constructivamente. Esto luego se propaga hacia atrás para obtener la forma de onda teórica a 1 m de la fuente, teniendo en cuenta la tasa de caída de la presión sonora en función de la distancia. Este nivel nominal de fuente puntual es un nivel teórico de presión acústica. Debido a la interferencia destructiva parcial entre las señales de las fuentes de energía de aire comprimido individuales, el nivel real en este punto en realidad tiende a ser 10 veces (20 dB) más bajo que el nivel nominal.

Los arreglos de fuentes de aire para la exploración sísmica se diseñan para que la mayor parte de la energía se dirija verticalmente hacia el lecho marino (efecto deseado), aunque parte de la misma se dirige horizontalmente (efecto no deseado). Los niveles emitidos verticalmente son entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente.

Para los análisis de propagación de la energía sonora se utilizan las frecuencias correspondientes a tercios de octavas. Una octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia dada y el doble de ésta, y para calcular los tercios se divide por 3 el segmento que representa una octava en una escala logarítmica.

El ambiente marino está afectado por sonidos naturales y antrópicos de variadas fuentes y un rango amplio de frecuencias, algunas de las cuales coinciden con el rango de emisión de los arreglos sísmicos, pero con intensidades relativamente más bajas, que no aportan significativamente en la acumulación de SEL.

Emisión sonora submarina por las fuentes de aire comprimido a ser empleadas

El arreglo de tipo concentrado típico de fuentes de energía de aire comprimido “considerado para la elaboración del presente estudio presenta las siguientes características de emisión.

Tabla 2. Características del arreglo de fuentes de energía de aire comprimido.

Cantidad de Fuentes	20 + 4 de repuesto	
Presión de trabajo de la Fuente	2.000	Psi
Volumen total de la Fuente	2.010 / 32,94	cu.in. / litros
Distancia entre puntos de emisión	12,5	metros
Intervalo entre puntos de emisión	5,0	segundos
Velocidad del buque durante la emisión	4,5	nudos
Fuentes de Energía: 0 a pico	53,9	bar.metro
Profundidad de las Fuentes	6 (+/- 1)	metros
Relación Primario a Burbuja	36,4	Sin aplicación de Filtro de frecuencia

La relación en el campo cercano entre el pico inicial y la burbuja es elevada, lo cual significa que hay una muy buena atenuación de la señal secundaria.

La energía sonora total emitida por el arreglo es entonces igual a:

SPLpeak = 20 log (53,9 0-p bar.m) + 220 = 254,6 dB re 1µPa-m

Según la recomendación de la Comunidad Europea, “Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas” – Part II (Dekeling et. al, 2014) este arreglo se clasifica como fuente de Nivel Alto, por encontrarse SPLpeak por encima de 253 dB re 1µPa-m.

La firma acústica del arreglo en el dominio temporal y el espectro en el dominio de frecuencias hasta 1 kHz se ilustran en la Figura 7.

Es posible observar que el máximo de emisiones se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

El campo de ondas de presión emitido por un conjunto de fuentes de aire varía en función del ángulo de emisión y el Azimut (Azimuth en inglés). Esto suele depender a su vez de la distribución espacial de los elementos de la matriz. Las firmas teóricas modeladas de cada ubicación de fuente se utilizan para calcular la firma de campo lejano dependiente de la frecuencia para cada posible fuente de emisión, ángulo de inclinación y Azimut de fuente.

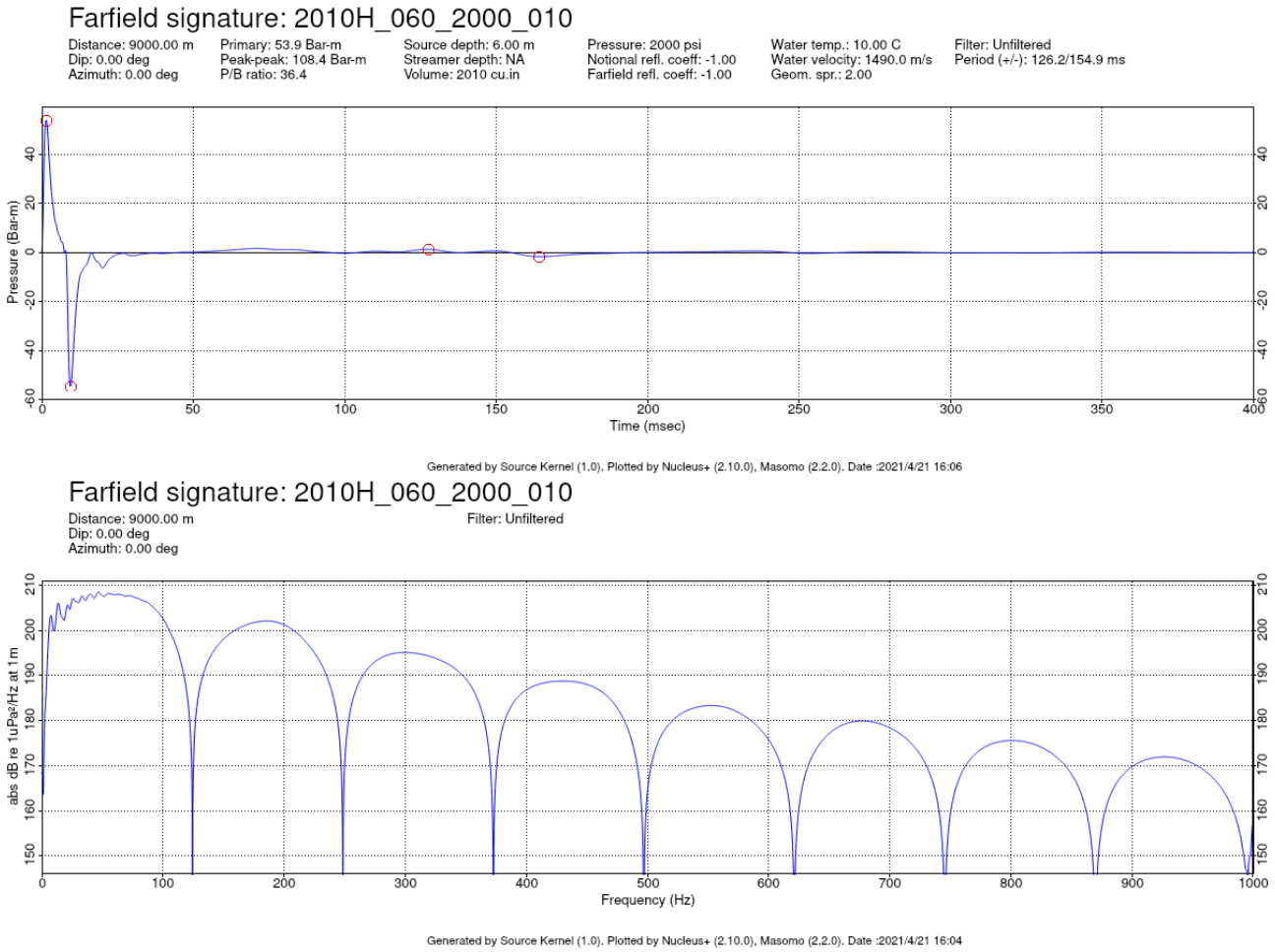


Figura 7. Firma acústica vertical del espectro del arreglo

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 40 de 134

En la Figura 8 se muestra en forma bidimensional la distribución de energía en frecuencia para 3 Azimut diferentes, 0º (dirección avance), 45º y 90º (dirección perpendicular al avance). Los valores normalizados (“Normalised Amplitude”) en todos los casos son relativos al máximo correspondiente a Azimut 0º y dirección vertical.

Para cada gráfico azimutal, las frecuencias se muestran hasta 1 kHz y se amplían para mostrar el rango dónde se emite la mayor cantidad de energía dirigida hacia abajo entre 0-125 Hz.

Los ángulos indicados en los bordes de los semicírculos son relativos a la dirección vertical (debajo del arreglo), pudiéndose apreciar que la dirección 90º (horizontal) presenta una energía muy baja.

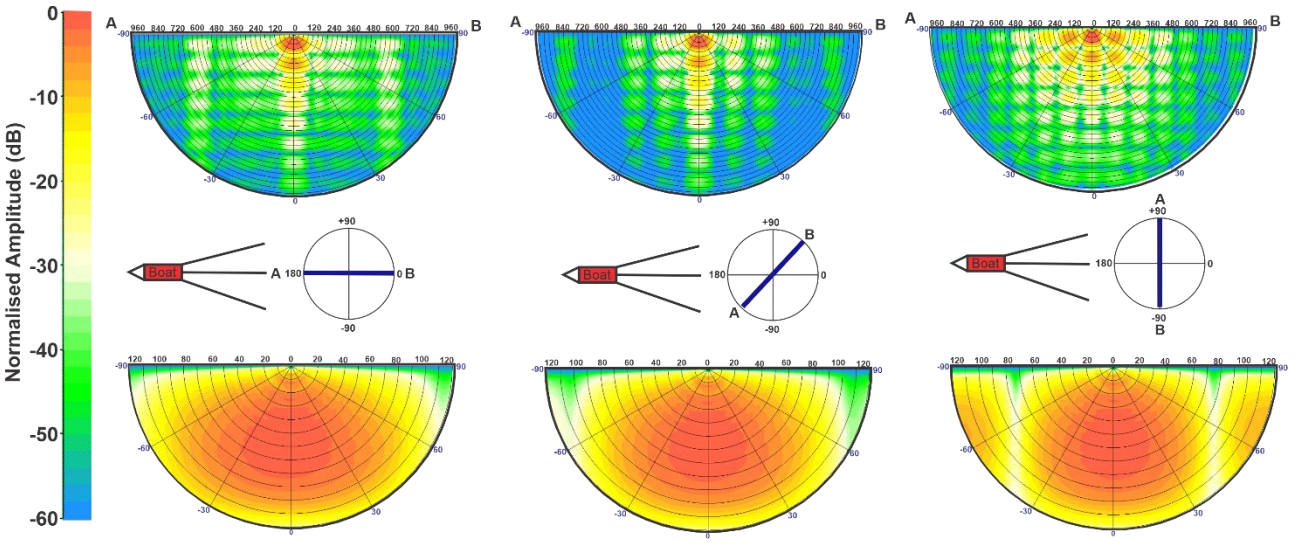


Figura 8. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento

La Figura 9 ilustra en forma polar la distribución angular de energía por octavas entre 32 Hz y 1.000 Hz. Los ángulos indicados en el borde de los círculos son los Azimut relativos a la dirección de avance del buque. Las distancias radiales representan los ángulos desde la vertical (en el centro) hasta la horizontal (en la periferia), donde puede apreciarse el decaimiento de la energía con el ángulo (Dip). El centro del círculo representa un ángulo de 0º, y cada círculo sucesivo representa 30º, 60º y 90º.

Página 41 de 134

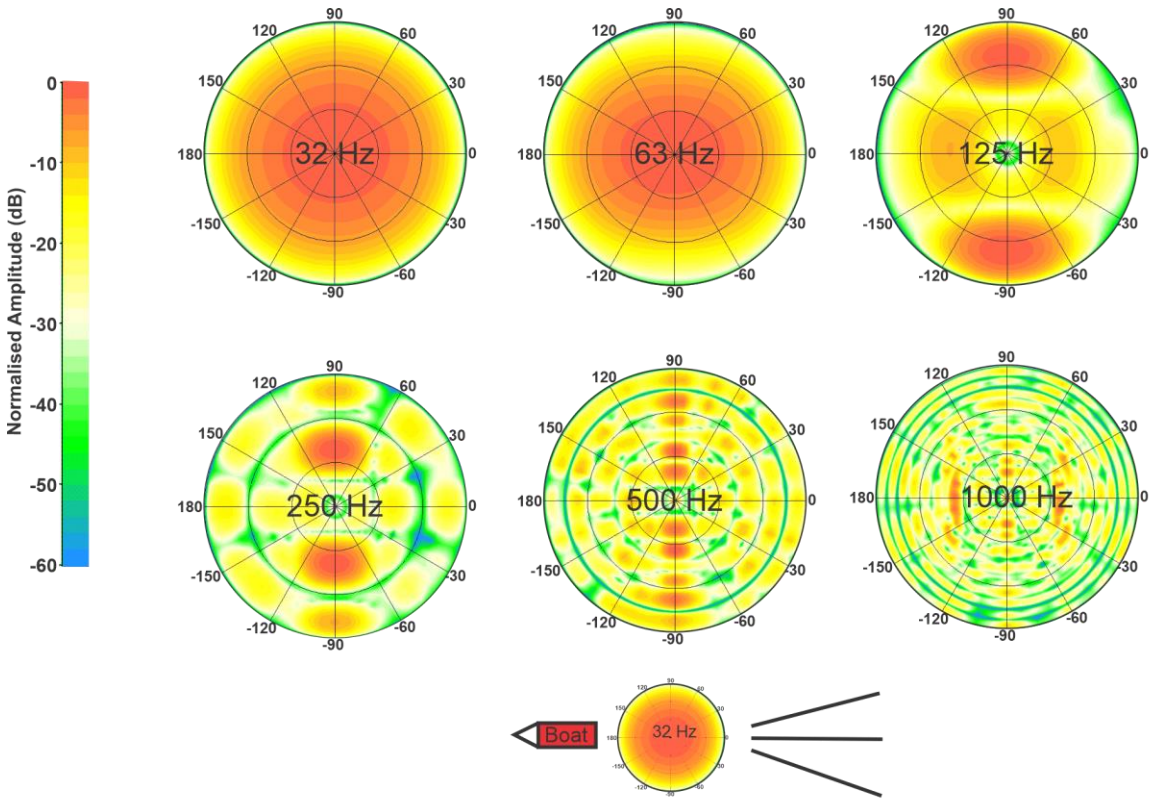


Figura 9 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas

Las siguientes figuras ilustran los espectros emitidos para direcciones (Azimut) 0º (dirección de avance), 45º y 90º (dirección perpendicular), y para ángulos con la vertical (Dip) 0º, 70º (20º desde la horizontal), 80º (10º desde la horizontal), 85º (5º desde la horizontal) y 90º (horizontal). Las unidades son dB re 1 μPa^2 /Hz a 1 m.

Los espectros verticales (Dip 0º) lógicamente no dependen del Azimut, por lo que son idénticos.

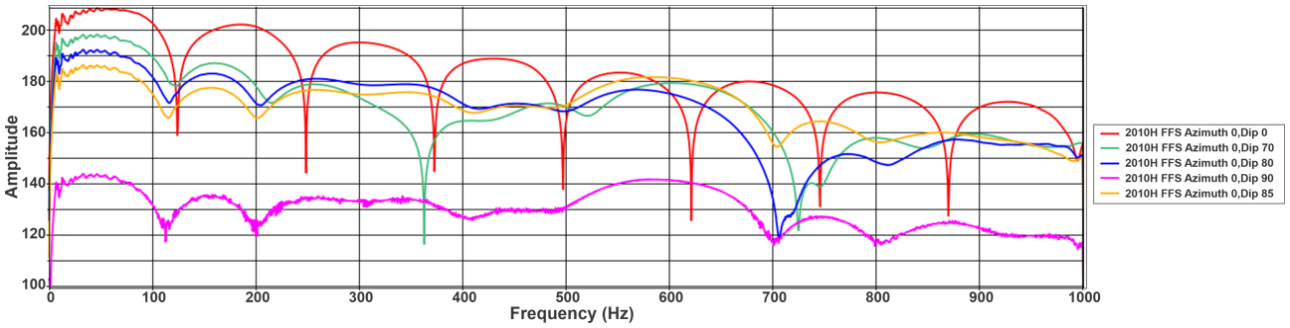


Figura 10. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0º respecto a la dirección de avance del arreglo

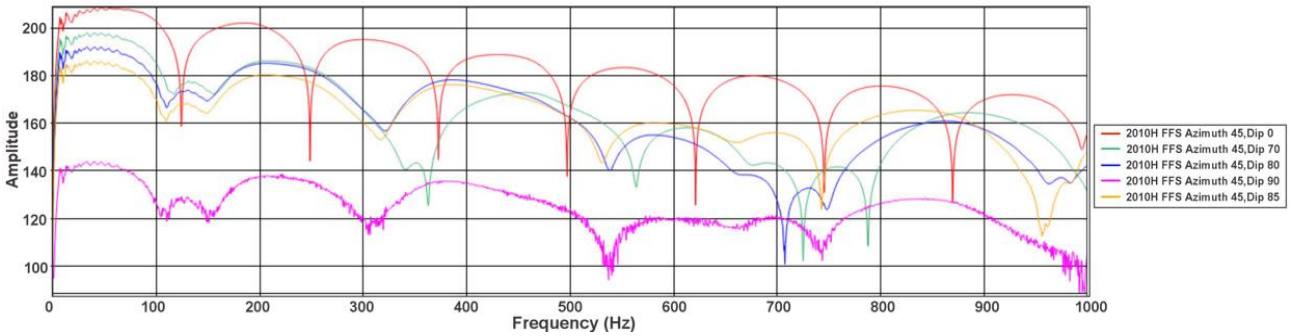


Figura 11. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45º respecto a la dirección de avance del arreglo

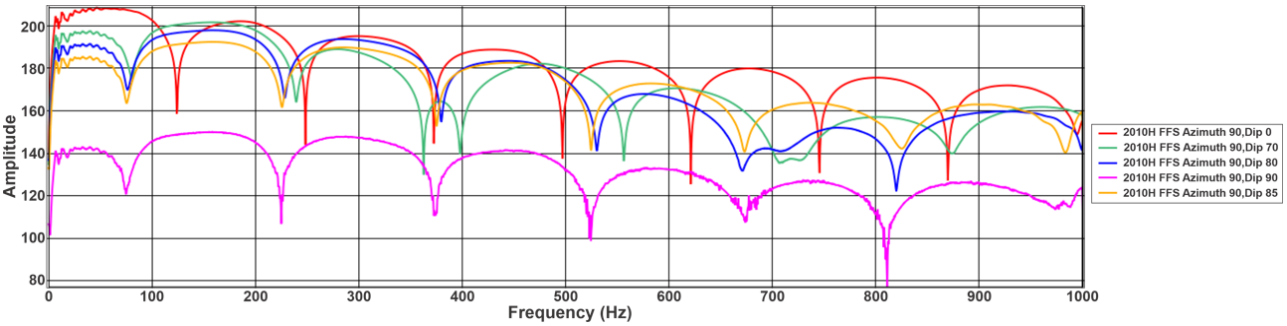


Figura 12. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90º respecto a la dirección de avance del arreglo

Se puede apreciar que la energía emitida en forma horizontal es prácticamente despreciable con respecto a la emitida verticalmente (unos 40 a 60 dB menor según la frecuencia). Por otro lado, la energía emitida con ángulos de 5º, 10º y 20º respecto a la horizontal, presenta amplitudes menores pero más cercanas a la emitida verticalmente, lo cual permite verificar la diferencia entre la energía radiada en dirección vertical y aquella radiada en dirección horizontal, que suele considerarse del orden de unos 20 dB. En la dirección Vertical la energía está concentrada en un 85% hasta los 120 Hz y en un 95% hasta 210 Hz.

Se produce un fuerte descenso del SEL al aumentar el ángulo respecto a la vertical “Dip” (es decir, acercarse a la horizontal) mientras que la distribución en frecuencia de la energía se amplía abarcando frecuencias más altas a medida que la dirección de emisión es más horizontal.

En el caso del Azimut 90º, la energía total con Dip diferentes de 0º es mayor que para Azimut 0º y hay una participación mayor en el porcentaje de energía para frecuencias más altas, entre 200 y 400 Hz.

En la Tabla 3 se muestran los valores máximos de SEL total según el ángulo respecto a la vertical y el Azimut respecto a la dirección de avance.

Página 43 de 134

Tabla 3. SEL (dB re 1 µPa^2 s a 1 m) total emitido para diferentes ángulos respecto a la vertical y Azimut respecto a la dirección de avance

Ángulo respecto a la vertical (Dip)	Azimut 0º (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 0º (dB)	Azimut 90º (perpendicular)	Diferencia con vertical para Azimut 90º (dB)	Diferencia Azimut 0º - Azimut 90º (dB)
0º (vertical)	230,69	-	230,69	-	0,00
70º (20º horiz.)	219,27	11,42	224,92	5,77	-5,65
80º (10º horiz.)	213,90	16,79	221,92	8,78	-8,02
85º (5º horiz.)	209,83	20,86	217,00	13,69	-7,17
90º (horizontal)	168,41	62,28	174,81	55,88	-6,40

Ángulo respecto a la vertical (Dip)	Azimut 45º (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 45º (dB)
0º (vertical)	230,69	-
70º (20º horiz.)	218,61	12,09
80º (10º horiz.)	213,43	17,27
85º (5º horiz.)	208,02	22,68
90º (horizontal)	166,03	64,66

Cabe mencionar que el valor del SEL igual 230,69 dB re 1 µPa^2 s a 1 m representa la energía contenida en todo el espectro de emisión vertical, mientras que el valor máximo del orden de 210 dB re 1 µPa^2 /Hz a 1 m que se muestra en las figuras para Azimut 0º Dip 0º representa el valor espectral de SEL con referencia a 1 Hz en la frecuencia en que el mismo es máximo, por lo que corresponden a magnitudes físicas diferentes que no deben compararse entre sí.

La diferencia entre el valor “nominal” del SEL total emitido verticalmente (≈230,7 dB re 1 µPa^2 s a 1 m), calculado integrando el espectro de energía correspondiente, y el valor total del SPLpeak calculado previamente a partir de la emisión en Bar.m del arreglo (≈254,6 dB re 1µPa a 1 m), es igual a 23,9 dB. Este valor está en el rango indicado en el acápite 2.9.2.1 del Capítulo 4 donde se indica que si bien las unidades del SEL y del SPL son diferentes, el valor numérico del SEL es típicamente de 20 a 25 dB inferior a SPLpeak.

En la Figura 13 se presenta la Firma espectral del arreglo correspondiente a la energía acumulada en las bandas de tercios de octavas, para el Azimut 0 (en la dirección de avance del arreglo), en escalas lineal y logarítmica. En la Figura 14 y la Figura 15 se presenta la misma información para los Azimut 45º y 90º.

Página 44 de 134

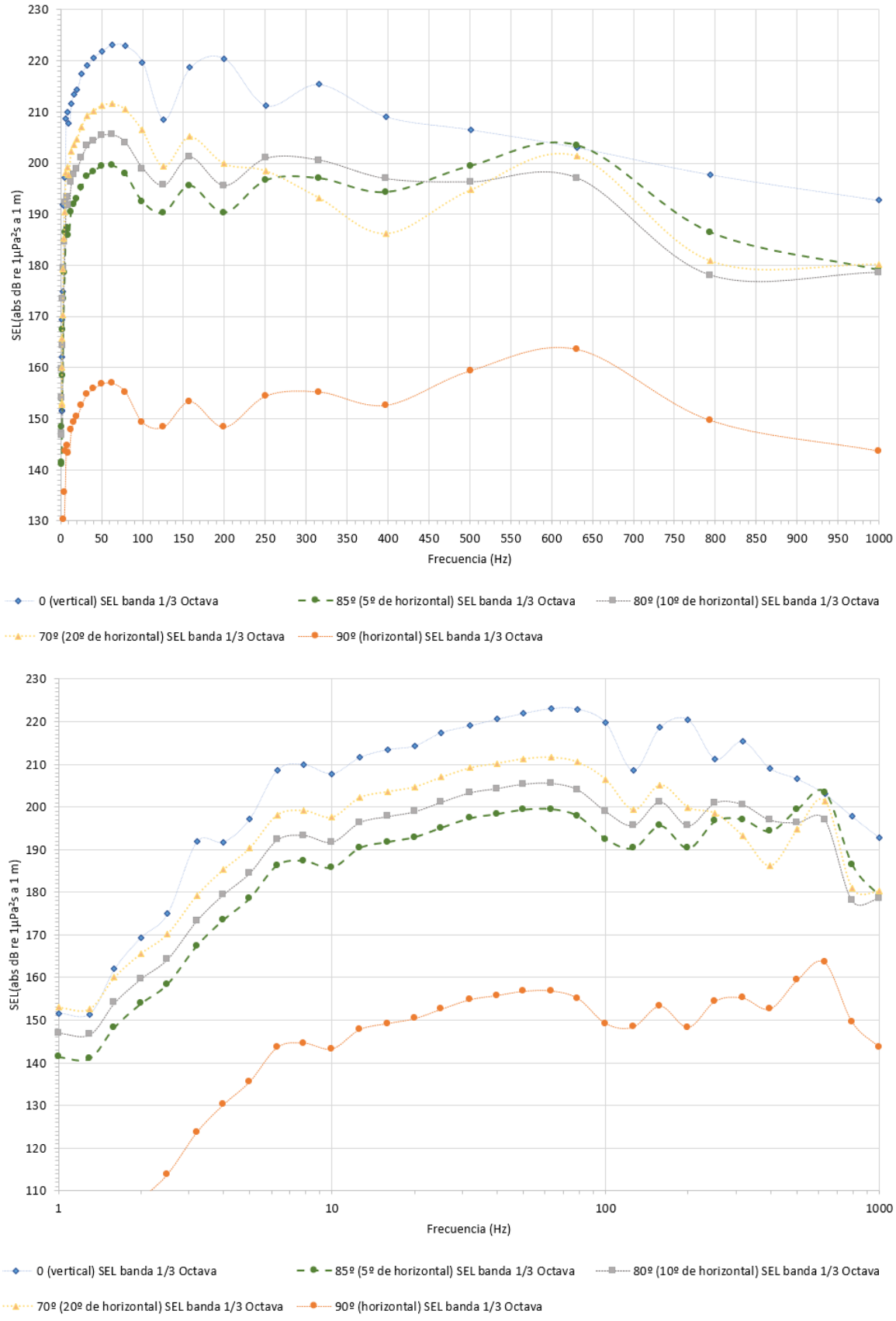


Figura 13. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 0º (dirección de avance).

Página 45 de 134

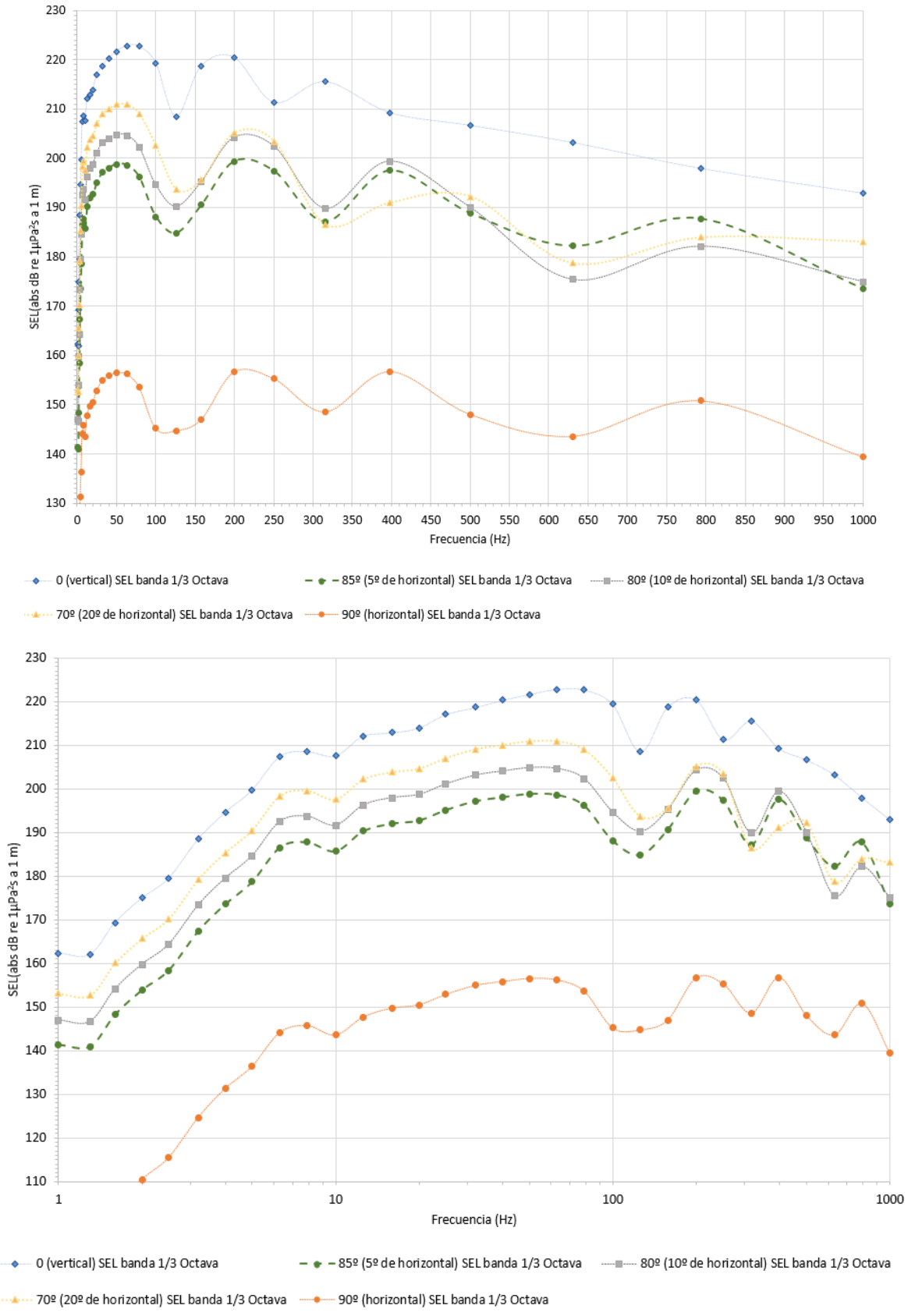


Figura 14. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45º (transversal al avance)

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 46 de 134

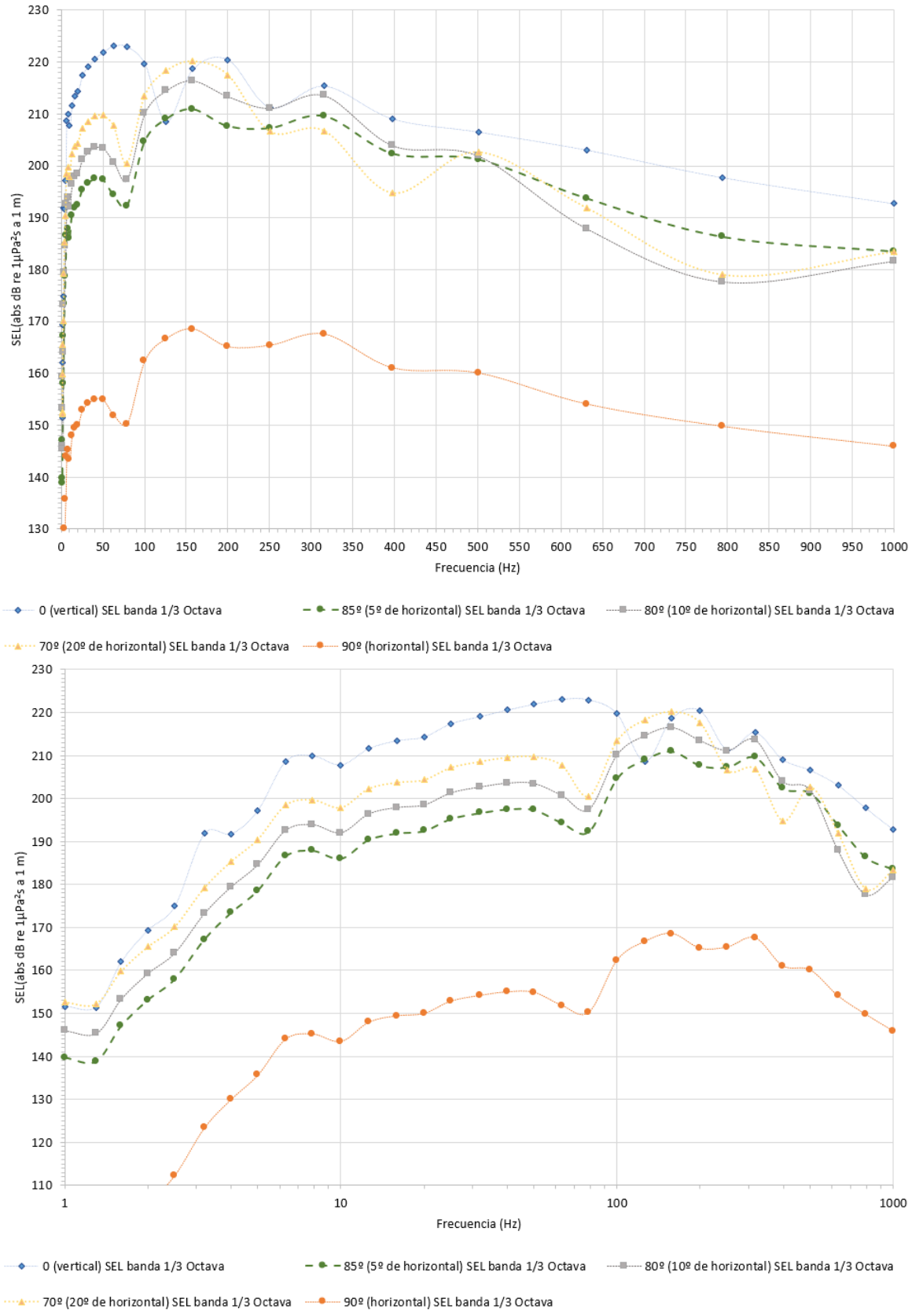


Figura 15. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90º (perpendicular al avance).

Página 47 de 134

6.2 METODOLOGÍAS P DE EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA

La Pérdida por Transmisión (TL, del inglés Transmission Loss, también mencionada como Pérdida de Transmisión) expresa la disminución de la energía acústica o el debilitamiento de la señal a medida que se propaga por un medio, desde un punto ubicado sobre el eje acústico de la fuente, a 1 m de su "centro", y un punto distante (a una distancia R).

La Pérdida por Transmisión incluye todos los efectos inherentes a la propagación del sonido en el mar, cada uno de los cuales es muy complejo, comprendiendo:

a) Spreading o dispersión geométrica, que consiste en el agrandamiento del frente de onda con la distancia;
b) atenuación, que incluye, entre otros fenómenos, a la absorción química, el scattering, la viscosidad y la filtración hacia fuera de los canales sónicos.

Cuando el sonido puede propagarse sin obstáculos o interacciones en forma uniforme en todas las direcciones, TL se calcula mediante la expresión de expansión esférica:

$$TL_{esferico}(dB\ re\ 1m) = 20.log(\frac{R}{1m})$$

Cuando la distancia R ≥ H (donde H es la profundidad del agua), el sonido no puede propagarse en todas las direcciones como una onda esférica, sino como una onda cilíndrica que está limitada por el fondo marino y la superficie del mar. En este caso, TL puede calcularse reemplazando el factor 20 de la fórmula anterior por 10. En ciertos casos, la propagación puede ser cercana a un patrón intermedio, representado por un factor 15 en la fórmula.

En el presente estudio se representa en los gráficos los tres patrones de Pérdida por Transmisión teóricos únicamente como marco de referencia. En distancias menores a la profundidad de agua, las propagaciones suelen ser similares a las de tipo esférico, mientras que para distancias mayores, se asemejan más a una propagación intermedia.

Cuando se transmite el sonido en agua se produce una atenuación porque la vibración de las moléculas de agua genera calor, disipando la energía, y por otros procesos debidos a la absorción del medio, la dispersión o *scattering* de las ondas por las partículas en suspensión. En este proceso ha sido contemplado aunque es irrelevante a frecuencias por debajo de 10.000 Hz.

El rebote del sonido en el fondo marino puede extender el alcance de propagación de las ondas sonoras, ya que devuelve la energía sonora que había sido llevada hasta allí por refracción a través del agua, permitiendo transmisiones de mayor alcance.

A bajas frecuencias, parte de la energía penetra en la capa de sedimentos del fondo del mar y desde aquí es refractada de nuevo a la frontera entre el agua y el fondo del mar, donde vuelve al agua. Esta refracción desde el fondo marino, que no es una reflexión, es mecanismo predominante de retorno de energía. A frecuencias medias o altas (mayores de 1000 Hz), la reflexión es el mecanismo predominante de retorno de energía ya que la onda es reflejada en la capa de sedimentos del fondo marino sin penetrar en ella.

Un canal sónico se produce cuando se combinan dos gradientes de velocidad del sonido de igual pendiente, uno positivo y el otro negativo, con un punto de velocidad mínima.

Página 48 de 134

El sonido emitido permanecerá en el canal mientras el mismo exista y sufrirá perdidas muy pequeñas a medida que avanza. Estas particularidades se revelan ocasionalmente en las modelizaciones matemáticas de la Pérdida por Transmisión por la visualización de una zona de mínima pérdida que se produce a una profundidad dada.

A partir del espectro de energía de sonido o nivel de Exposición Sonora (SEL) a 1 m de la fuente para una dada frecuencia SL (Source Level en dB re 1µPa^2 /Hz re 1 m) y conociendo la Pérdida por Transmisión TL (R) (dB re 1 m) a una cierta distancia R de la fuente, el nivel recibido RL se puede calcular mediante la siguiente expresión simple:

RL (dB re 1µPa^2 s/Hz re 1 m) = SL – TL (R)

Esta expresión es válida también para evaluar el Nivel de Presión Acústica SPL a la distancia R de la fuente, a partir del valor a 1 metro.

Para modelar la transmisión del sonido en el agua se empleó el Range-Dependent Acoustic Model “RAM”, el cual utiliza el método de la ecuación parabólica (PE), siendo éste muy efectivo para resolver problemas de acústica oceánica que dependan del rango (es decir, que sean espacialmente variables).

6.3 UMBRALES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS Y PECES

A los efectos de introducir adecuadamente los diferentes umbrales sonoros que pueden provocar pérdidas auditivas que son considerados para la evaluación de impactos y a fin de definir las distancias sonorizadas con valores superiores a ellos, se resumen los mismos a continuación.

Estos umbrales corresponden a pérdidas auditivas de los mamíferos marinos denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold Shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS).

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

- El desplazamiento temporal del umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.

En el 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.

Conforme a lo propuesto por Southall (2019) se considera una “métrica” dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de SPL pico cuyo valor total es 255,2 dB re 1µPa-m, y a los valores de SEL acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los códigos empleados para diferenciar los grupos auditivos de los mamíferos marinos se resumen en la siguiente tabla, y se detallan en el capítulo de evaluación de impactos.

Tabla 4. 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 Otaridos y otros carnivoros)	60 Hz a 39 kHz

Para estimar el SEL acumulado en las sucesivas emisiones, se "pondera" el valor del SEL emitido restando el nivel correspondiente a la capacidad auditiva de cada especie de mamíferos marinos (audiogramas).

La Tabla 5 presenta los valores de sonidos a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pk (SPLpeak) es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Para fuentes móviles y de emisión intermitente se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado, usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 5. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición.

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

[1] SPL pK (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 hs o durante la duración real de la exposición)

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

En cuanto a los peces se adoptaron los siguientes umbrales de mortalidad potencial y de recuperación (Popper et al., 2014):

Grupo Auditivo	SPL pK (dB re 1 µPa)
Peces SIN vejiga natatoria	213
Peces CON vejiga natatoria[1]	207

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

Finalmente, se cita en la bibliografía un límite convencional de afectación igual a 190 dB re 1 µPa, que es también evaluado en el estudio.

6.4 PROCEDIMIENTO DE AUMENTO GRADUAL Y RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE SPL Y DE SEL

La Resolución 201/2021, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, aprueba y establece un Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas, el cual debe ser incluido dentro de un programa específico del Plan de Gestión Ambiental (PGA), que en su Capítulo 6 incluye medidas y procedimientos para la mitigación de impactos.

Una de las medidas de mitigación que se aplican en las prospecciones sísmicas es el denominado habitualmente “Arranque Suave” (“Soft Start” o “ramp up”), que es especificado en la citada Resolución MAyDS 201/2021 como “procedimiento de Aumento Gradual”, el cual consiste en iniciar los pulsos sísmicos a baja intensidad de forma que la fauna marina con capacidad de locomoción tenga oportunidad de alejarse de la fuente de ruido mientras que la perturbación del medio es de baja intensidad. El aumento gradual de la intensidad del pulso sísmico debe iniciarse con la activación del elemento más pequeño del arreglo y los restantes se debe agregar gradualmente. Su duración mínima debe ser de 20 minutos y no debe exceder los 40 minutos.

A los efectos de simular lo más adecuadamente posible el procedimiento de aumento gradual, se calculó mediante el Software Nucleus la evolución del SPLpeak y del SEL con incrementos sucesivos de la cantidad de fuentes individuales energizadas, llevando los valores obtenidos a una distancia teórica de 1 m de la “fuente” (el arreglo).

Los resultados del software Nucleus fueron procesados para su interpretación, presentándose en la Figura 16 los valores de SEL y SPLpeak, y la diferencia entre ambos en decibeles.

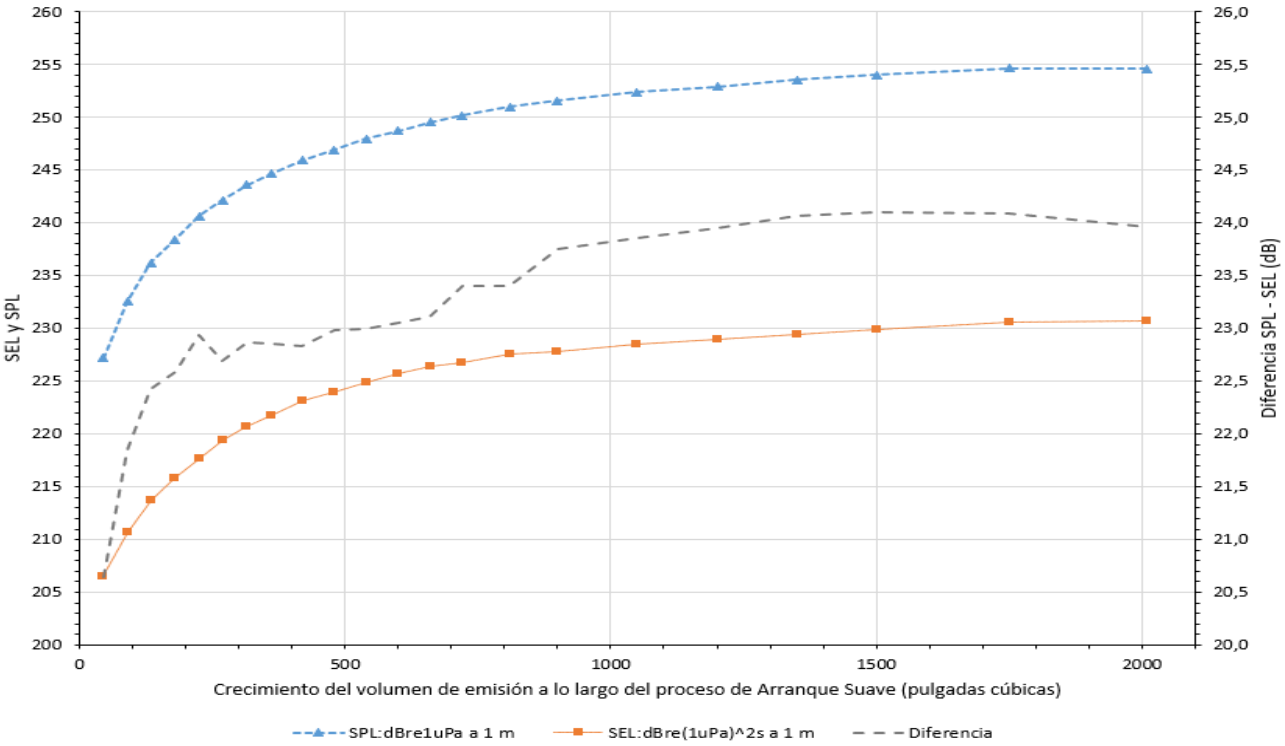


Figura 16. Evolución del SPL y SELpeak resultantes del incremento del volumen de emisión durante el procedimiento de aumento gradual. Notar que las unidades de cada variable son diferentes.

El valor total del SEL obtenido por el software Nucleus al final del proceso de aumento gradual es igual a 230,67 dB re 1 μPa^2 s a 1 m (prácticamente igual al obtenido integrando el espectro de energía), y el valor total del SPL es 254,63 dB re 1μPa a 1 m. La diferencia entre ambos valores es igual a 23,96 dB al final del proceso, alcanzando un máximo de 24,10 dB en la combinación 20 cuando se han activado 1.500 cu.in de volumen.

En consecuencia, se realizará todo el proceso de propagación sonora considerando el SEL, y se estimará luego el SPLpeak incrementando conservativamente en 24 dB el valor del SEL que se obtenga para cada distancia.

6.5 PARÁMETROS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

A continuación, se presentan los parámetros del medio utilizados para las modelizaciones matemáticas.

Batimetría
La información batimétrica del área de modelación fue obtenida de la base de datos GEBCO (The General Bathymetric Chart of the Oceans)[1].

Directividad de la Fuente
Se especificó que el primer haz salga horizontalmente (esto es el ángulo de salida es 0°) desde la posición del arreglo, a 6 m de profundidad. Cualquier otro ángulo de salida del primer haz generará pérdidas mayores con la distancia.

[1] http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/

Época prevista para el relevamiento
El presente estudio fue diseñado de manera que los resultados de este sean aplicables a cualquier época del año. No obstante, se considera que la prospección no será efectuada durante los meses de invierno, debido a las condiciones climáticas desfavorables.

Datos Oceanográficos
Para la selección de los distintos perfiles de temperatura y salinidad del área, que dan lugar a respectivos perfiles de densidad y velocidad del sonido de la columna de agua, se tuvieron en cuenta dos fuentes. Una es el modelo GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 de Copernicus, el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea. La otra, la base de datos oceanográfica World Ocean Database -WOD- (http://www.nodc.noaa.gov) de la NOAA.

En el Anexo 1 del presente Capítulo 6 se ilustran los perfiles de temperatura y salinidad descargados de la base Copernicus, y los perfiles de velocidad del sonido y densidad del agua calculados para diferentes meses del año y 3 puntos a diferentes profundidades y ubicación geográfica, representativos del entorno del relevamiento.

A partir de estos datos, se calcularon perfiles de velocidad del sonido y densidad, que son datos de entrada para los modelos acústicos. La velocidad del sonido fue calculada mediante la aplicación de la Ecuación Termodinámica del agua de mar "Thermodynamic Equation Of Seawater - 2010" (TEOS-10; http://www.teos-10.org/).

Sedimentos marinos
Los datos de sedimentos del fondo marino se obtuvieron del Atlas de Sensibilidad del Mar Argentino (Boltovskoy et al., 2008). La plataforma continental tiene una cobertura de sedimentos recientes originados en el continente y llevados al mar a través de diferentes procesos de transporte y depositación. No hay sedimentos originados en el mar.
Con respecto al sedimento subyacente, en base a los antecedentes disponibles se lo caracterizó como una Morena (Moraine). Grava y Arena son sedimentos superficiales para el área de estudio.

Los detalles sobre los parámetros empleados para el análisis de sensibilidad y para la modelización final se brindan en el Anexo II.

6.6 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN MÍNIMA

Las simulaciones efectuadas con el modelo RAM generan matrices bidimensionales de TL, con espaciamientos *Dz* y *Dx* en las dimensiones vertical (z) y horizontal (x), respectivamente.

En todos los casos, se consideró Dz = 1 m, mientras que en la dirección horizontal también se empleó Dx = 1 m en general, aunque de acuerdo con la frecuencia en algunos casos se consideró un valor de Dx algo mayor y luego se interpolaron los resultados cada 1 metro para uniformizar la longitud de las series.

En la dirección vertical dentro del agua la cantidad de puntos es igual a la profundidad. En la dirección horizontal se consideraron 25.000 metros desde la fuente para las comparaciones de sensibilidad y los cálculos siguientes de acumulación del SEL.

Se cuenta entonces para analizar una matriz resultante TL(z,x) con dimensiones (P,25.000), donde P es la profundidad de agua en el dominio de modelación (la cual puede ser un valor uniforme o bien el valor máximo de P(x) en caso de batimetría variable).

De la Figura 17 a la Figura 19 se ilustra un resultado típico bidimensional para cada una de las tres condiciones de profundidad con perfil oceanográfico de Primavera para una frecuencia de 125 Hz.

La Figura 20 muestra como ejemplo para los procesamientos de la matriz para obtener el mínimo TL en vertical (denominado TL_V (x)) y luego el mínimo TL también en función de la distancia horizontal (denominado $TL_{V,H}$ (x)), que finalmente se presenta en la Figura 21. Los gráficos parten de una distancia de 50 m desde la fuente dado que los resultados del Modelo RAM no resultan confiables para distancias menores, además de que no son representativos de la realidad dado que la fuente no es puntual y a corta distancia de esta la intensidad real del conjunto de las fuentes es menor que la resultante donde todas las emisiones se combinan constructivamente.

El valor de TL_V (x) muestra la variabilidad del valor mínimo de TL en toda la columna de agua para una dada distancia "x" a la fuente, por lo tanto, no se refiere a una profundidad o capa en particular, sino que es el valor más pequeño que pueda hallarse en cualquier profundidad entre la superficie y el lecho, lo cual claramente es la hipótesis más conservativa posible.

El valor de $TL_{V,H}$ (x) elimina las oscilaciones que se aprecian en TL_V (x) , generando una envolvente "superior" que representa el valor más bajo (conservativo) de TL que puede encontrarse para cada distancia "x" desde la fuente, desde esa distancia "x" en adelante, hasta los 25.000 m.

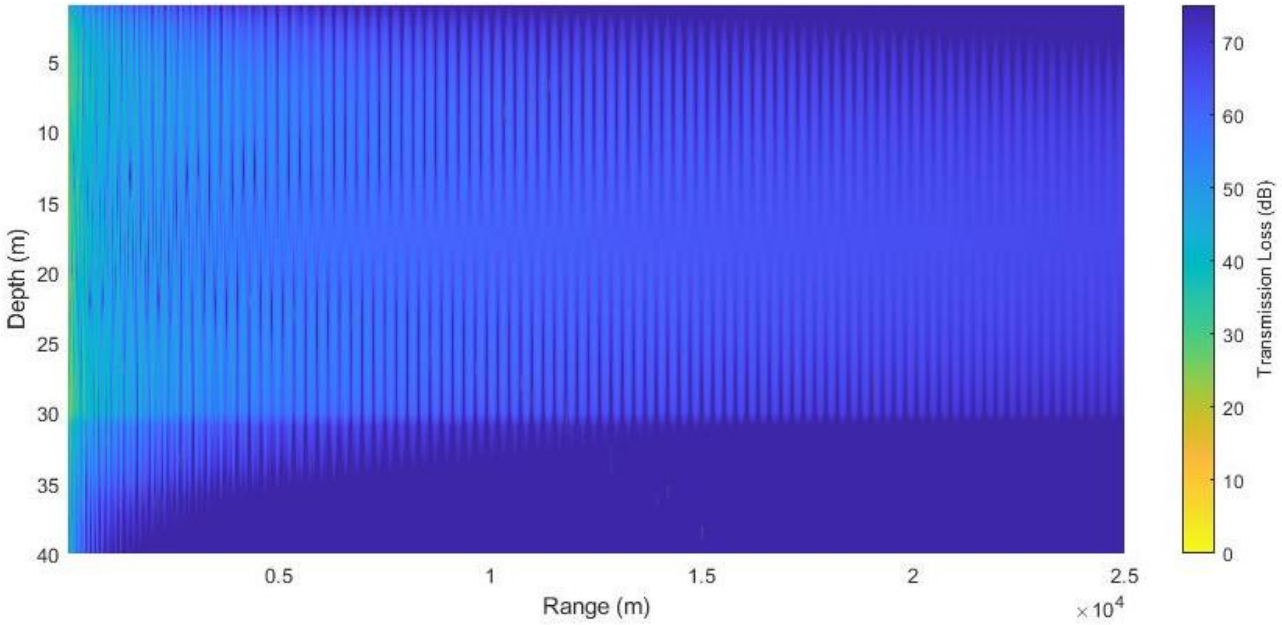


Figura 17. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad mínima Uniforme (B0)

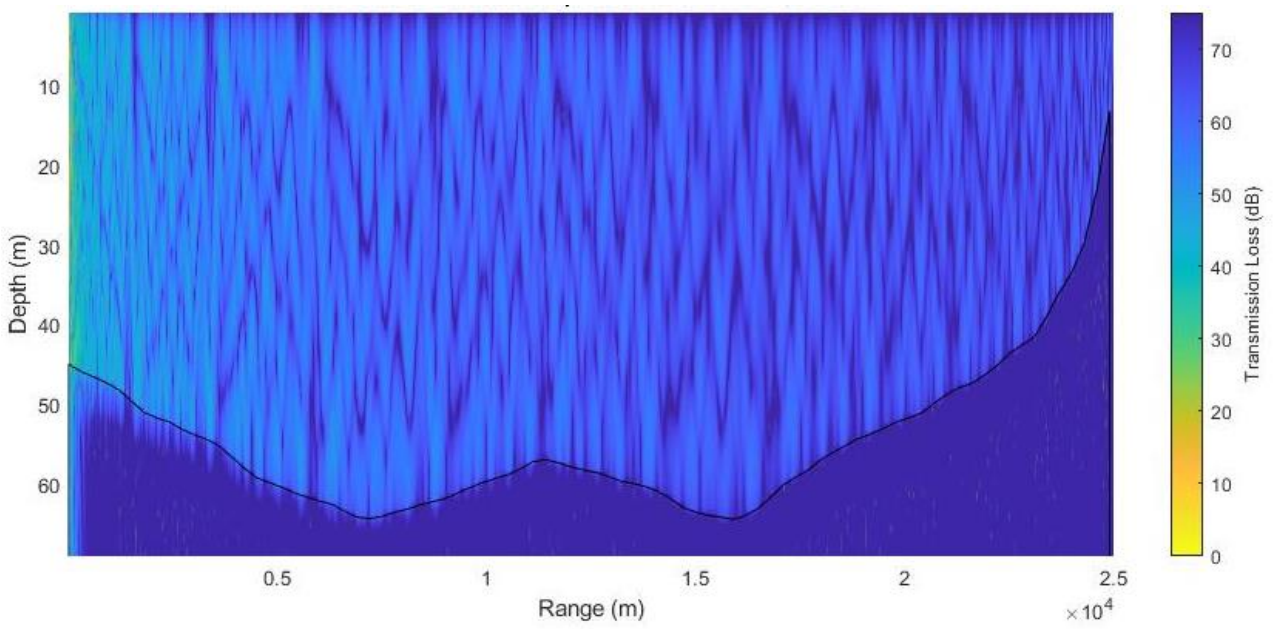


Figura 18. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)

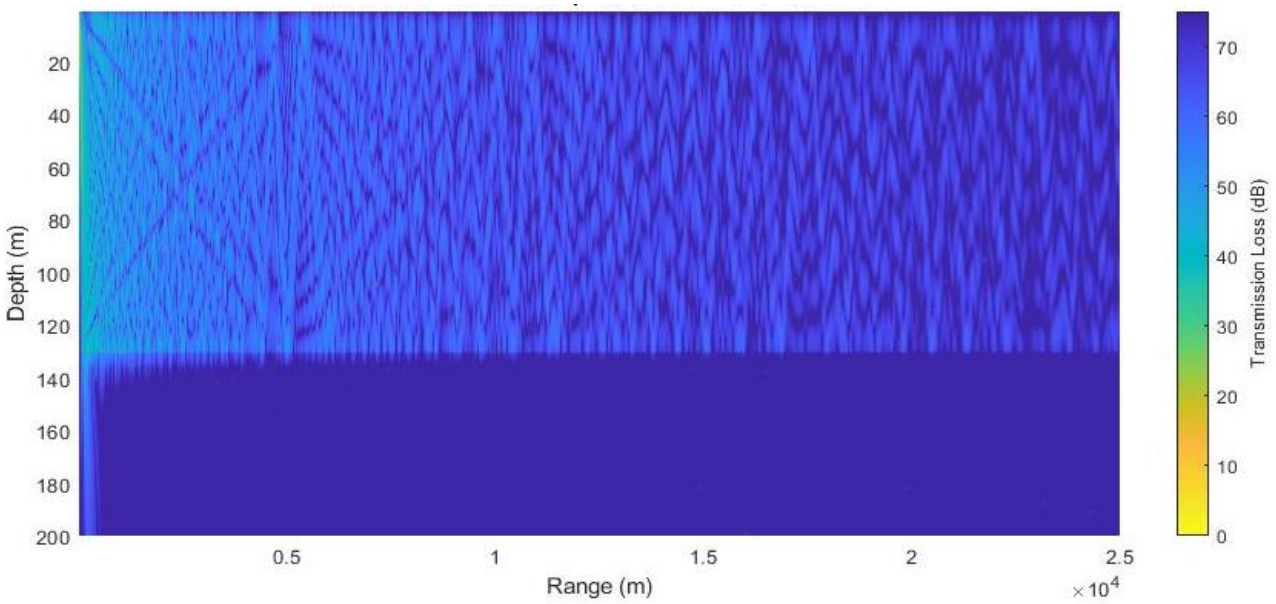


Figura 19. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad máxima Uniforme (BA)

Página 55 de 134

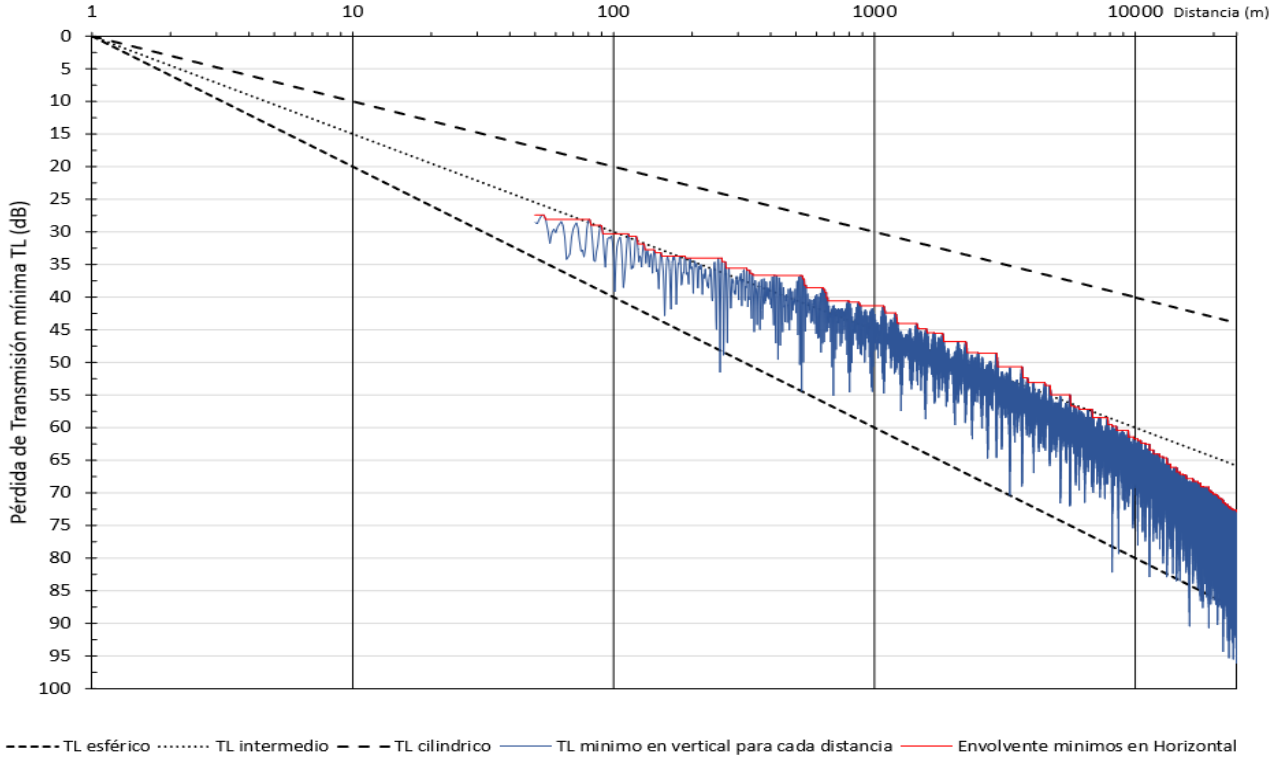


Figura 20. Ejemplo de procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical (línea azul oscilante) y la envolvente de mínimos en horizontal (línea roja). Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)

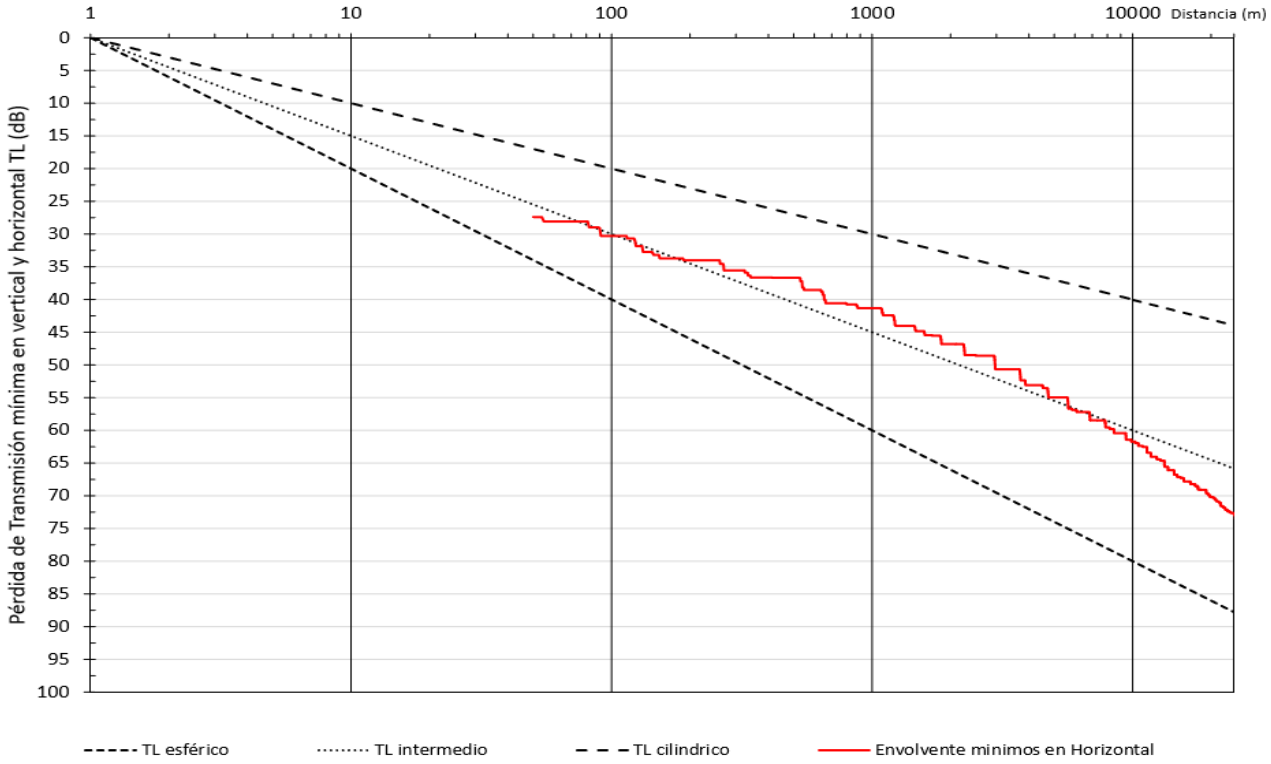


Figura 21. Ejemplo de resultado final del procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical y en horizontal. Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)

Página 56 de 134

Los procesos matemáticos empleados para el cálculo son los siguientes:

$TL_V(x)$ = mínimo TL(z,x) entre z = 0 (superficie) y z = P(x) profundidad en el punto de distancia "x".

$TL_{V,H}(x)$ = mínimo $TL_V(x)$ entre la distancia "x" y el limite de modelización (en este caso, 25.000 m).

La representación de $TL_{V,H}(x)$ resulta mucho más clara para realizar comparaciones y para definir distancias en los que se superen determinados valores de TL que los gráficos bidimensionales y las representaciones de $TL_V(x)$ que presentan oscilaciones.

Por lo tanto, en el presente Capítulo 6 y en el Anexo 2 de análisis de sensibilidad, todos los valores de TL que se ilustran en gráficos unidimensionales en función de la distancia como el mostrado en la Figura 21, que se mencionan como "Pérdida de Transmisión mínima" deben interpretarse como valores de $TL_{V,H}(x)$, obtenidos con los procedimientos presentados.

En cambio, en otros gráficos unidimensionales normalmente se denomina simplemente "Pérdida de Transmisión" al valor de $TL_V(x)$.

6.7 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los análisis de sensibilidad de la Pérdida de Transmisión TL que se presentan en el Anexo 2, para 5 frecuencias representativas del espectro total (32, 63, 125, 250 y 500 Hz), permitieron alcanzar las siguientes conclusiones:

- **S1: Batimetría.** Sensibilidad a la variación de la batimetría en transectas perpendiculares a la costa, comparada con profundidades mínima y máxima en la zona de relevamiento.
  Hasta unos 2 km de distancia de la fuente la consideración de profundidad constante 30 metros es algo más conservativa en la mayor parte del tramo, luego las demás transectas son similares salvo la 1 que tiene mayor TL; la más conservativa en la mayor parte del tramo subsiguiente es la 8.
  Como conclusión se consideró conveniente mantener la condición de profundidad mínima uniforme para los análisis sucesivos, debido a que es algo más conservativa en un rango de hasta 1 km, incluyendo corridas de sensibilidad para la profundidad máxima, y dentro de las transectas de profundidad variable, continuar el análisis con la 6 y la 8.
- **S2: Mareas.** Sensibilidad a la pleamar y bajamar con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
  Se puede apreciar que no hay grandes diferencias en el análisis de sensibilidad a la profundidad (constante) entre las condiciones de Bajamar y Pleamar, siendo ligeramente más conservativa la Pleamar. En el caso de la profundidad máxima, resulta más conservativa a partir de los 2 km con lo cual no es relevante para el SPL, pero podría serlo para el cálculo del SELCUM.
  La conclusión del análisis de profundidad variable es que la transecta globalmente más conservativa es la 8 y se puede considerar la marea media como adecuadamente representativa de las condiciones de propagación del sonido, habiendo escasas diferencias en Pleamar y Bajamar.
- **S3: Tipo de suelo de la capa superior (arena y grava)** con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
  Este análisis mostró una gran variabilidad en cuanto a la relación entre TL para Arena y Grava a distintas distancias y para diferentes frecuencias, no resultando conclusivo.
- **S4: Tipo de suelo de la capa superior (arena y grava), y capa inferior (morenas)** con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.

En las modelaciones con Grava, la presencia de la capa de Morena no afecta para frecuencias altas, mientras que para las frecuencias más bajas, según la profundidad de agua y la distancia a la fuente puede ser más o menos conservativo considerar la Morena.
Con respecto a las modelaciones con Arena, resulta en general algo más conservativo considerar la capa inferior de Morena. En este caso, resulta también más conservativo considerar Arena como capa superior, en vez de considerar Grava.
La conclusión obtenida es que si bien hay ligeras diferencias según la frecuencia y la distancia a la fuente, es conveniente considerar la capa superior como Arena y la inferior como Morena, condiciones adoptadas para las siguientes evaluaciones.

- **S5: Densidad y velocidad del sonido** estacional para las 4 estaciones y zonas de aguas someras y profundas, obtenidas de **Copernicus**.
  La conclusión obtenida es que en casi todos los casos prácticamente no hay diferencias significativas en los resultados de TL entre WOD y Copernicus. En el único caso donde las hay (para profundidad máxima), la WOD es más conservativa en el tramo entre 30 m y 1.000 m desde la fuente. Aún en este caso, los perfiles de Copernicus para diferentes meses del año generan prácticamente el mismo resultado de TL, por lo que resulta irrelevante la selección de la época de relevamiento para la modelización.
- **S6: Espesor "z"** de las capas superiores de arena y de grava (incluyendo su influencia sobre **C_s**) y de la capa subyacente de Morena, con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
  Como conclusión, para los cálculos subsiguientes se mantuvo el espesor de 5 metros de la capa superior considerada como Arena y de 25 metros para la capa inferior de Morena.
- **S7: Sensibilidad a los parámetros del suelo C_p, α_p , α_s** y densidad para las capas superior e inferior, batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
  Se concluyó que en general las diferencias obtenidas para los distintos parámetros de la Arena son poco significativas y que la condición Base empleando los parámetros propuestos por Jensen et al. (2011) es adecuadamente conservativa para las diferentes profundidades ensayadas.
  En el caso de la Morena, se consideró adecuado incrementar el valor de la velocidad compresional de 1.950 m/s a 2.000 m/s, siendo esta condición más conservativa dentro de un rango de variabilidad razonable de este parámetro.
- **S8: Densidad y velocidad del sonido** estacional para las 4 estaciones y zonas de aguas someras y profundas, obtenidas de la **World Ocean Database**.
  Las TL obtenidas para profundidad mínima uniforme y profundidad variable son menores que para profundidad máxima uniforme en distancias cortas, mientras que sucede al revés en distancias largas, al menos para la frecuencia de 63 Hz.
  La condición de profundidad variable resulta ligeramente menos conservativa que la de profundidad mínima uniforme para distancias cortas (1 a 2 km) y más conservativa para distancias largas.

Como resultado de este análisis, se decidió seleccionar los perfiles representativos de Primavera de la World Ocean Database (somero y profundo según corresponda). Dado que cada condición de profundidad analizada presenta tramos en los que es más conservativa que las otras, y tramos donde es menos conservativa, se concluyó que resulta conveniente calcular sistemáticamente la TL para todos los tercios de Octavas, considerando cada una de las tres condiciones de profundidad ensayadas, ya que no resulta factible a priori, seleccionar con seguridad una de ellas como la más conservativa, especialmente para el cálculo de la acumulación del SEL (SELcum).

Los parámetros que se deben especificar para la modelización son ρ o ρ_b: densidad del sedimento, C_p: Velocidad compresional del sonido en el sedimento, C_s=Velocidad de corte, α_p (o A_p): atenuación asociada a la onda compresional, α_s (o A_s): atenuación asociada a la onda de corte.

Los parámetros finalmente adoptados para las modelizaciones sistemáticas desde la frecuencia de corte hasta 1 kHz son los siguientes.

Tabla 6. Parámetros del modelo RAM empleados

Parámetro	Arena (capa superior)	Morena (capa inferior)
Espesor capa z (m)	5	25
C_p (m/s)	1.650	2.000
ρ (kg/m^3)	1.900	2.100
C_s (m/s)	178	600
A_p (dB/λp)	0,8	0,4
A_s (dB/λs)	2,5	1,0

6.8 RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA SISTEMÁTICA DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN

Una vez seleccionadas las condiciones y parámetros de cálculo de la Pérdida por Transmisión en base a los análisis de sensibilidad efectuados, el proceso de modelación se realizó en forma sistemática para todas las frecuencias en tercios de octavas entre 1 Hz y 1 kHz. Las modelaciones sistemáticas de la Pérdida por Transmisión TL se han efectuado para las diferentes profundidades iniciando en cada caso la serie de tercios de octava en la frecuencia de corte para la cual no se produce propagación del sonido. Los resultados obtenidos de $TL_{V,H}(x)$ y $TL_V(x)$ para las condiciones seleccionadas se presentan a continuación en la Figura 22 a la Figura 24.

En el caso de la pérdida de transmisión mínima los resultados correspondientes a distancias inferiores a 10 metros, dado que para frecuencias bajas los valores que calcula el modelo RAM no resultaron confiables para distancias menores (cuestión que de todas formas es irrelevante para el presente análisis).

Se puede apreciar que los resultados se encuentran en general en el entorno de una propagación teórica intermedia. Los valores de TL para profundidad variable y para profundidad máxima, son globalmente similares entre sí. En cambio, las condiciones de profundidad mínima presentan valores de TL menores que las otras dos hasta una distancia del orden de 1 km, mientras que son mayores para distancias mayores.

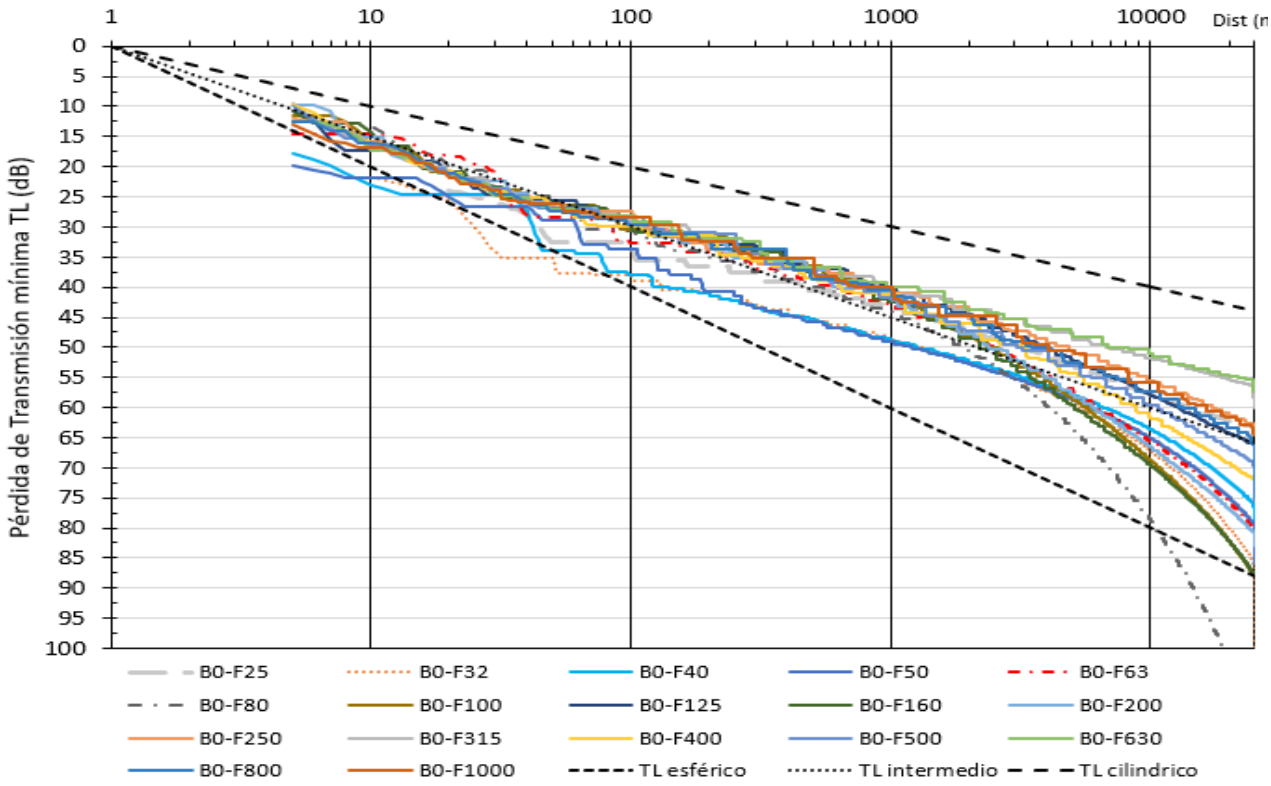


Figura 22. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante mínima – 25 Hz a 1.000 Hz

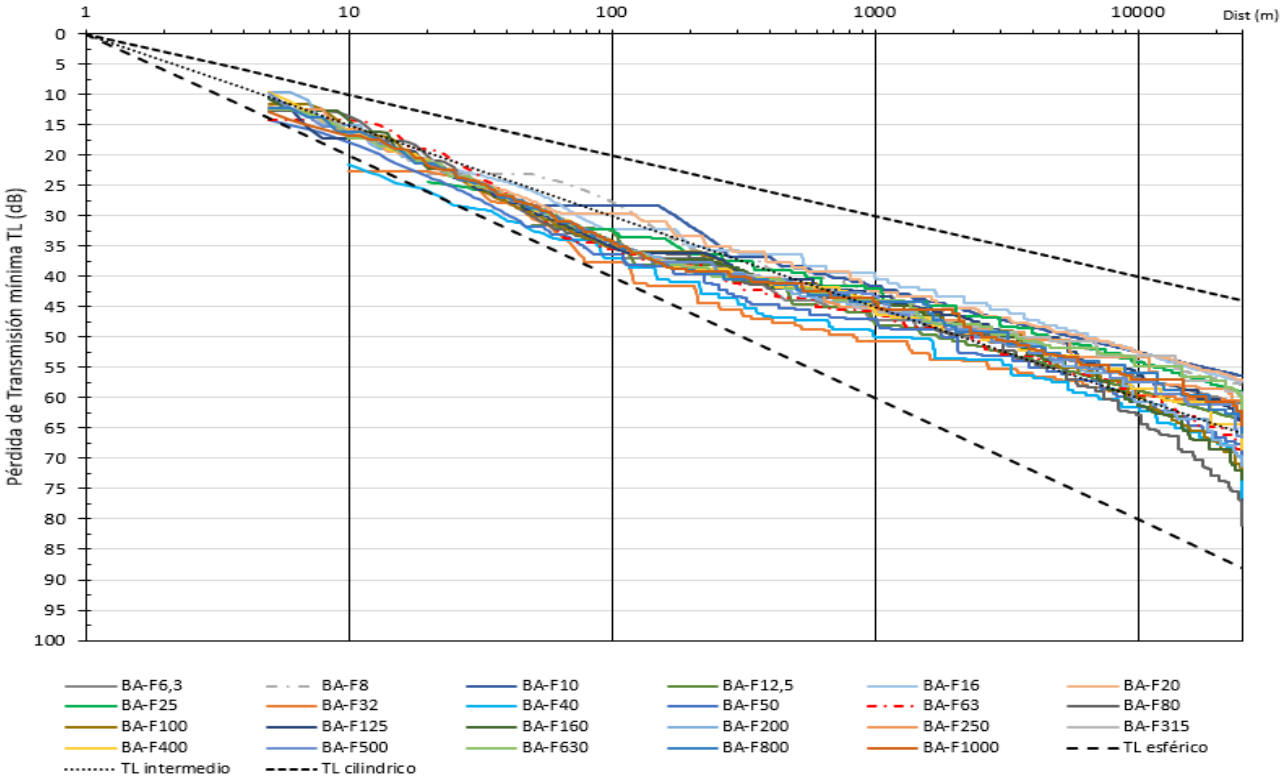


Figura 23. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante máxima – 6,3 Hz a 1.000 Hz

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 60 de 134

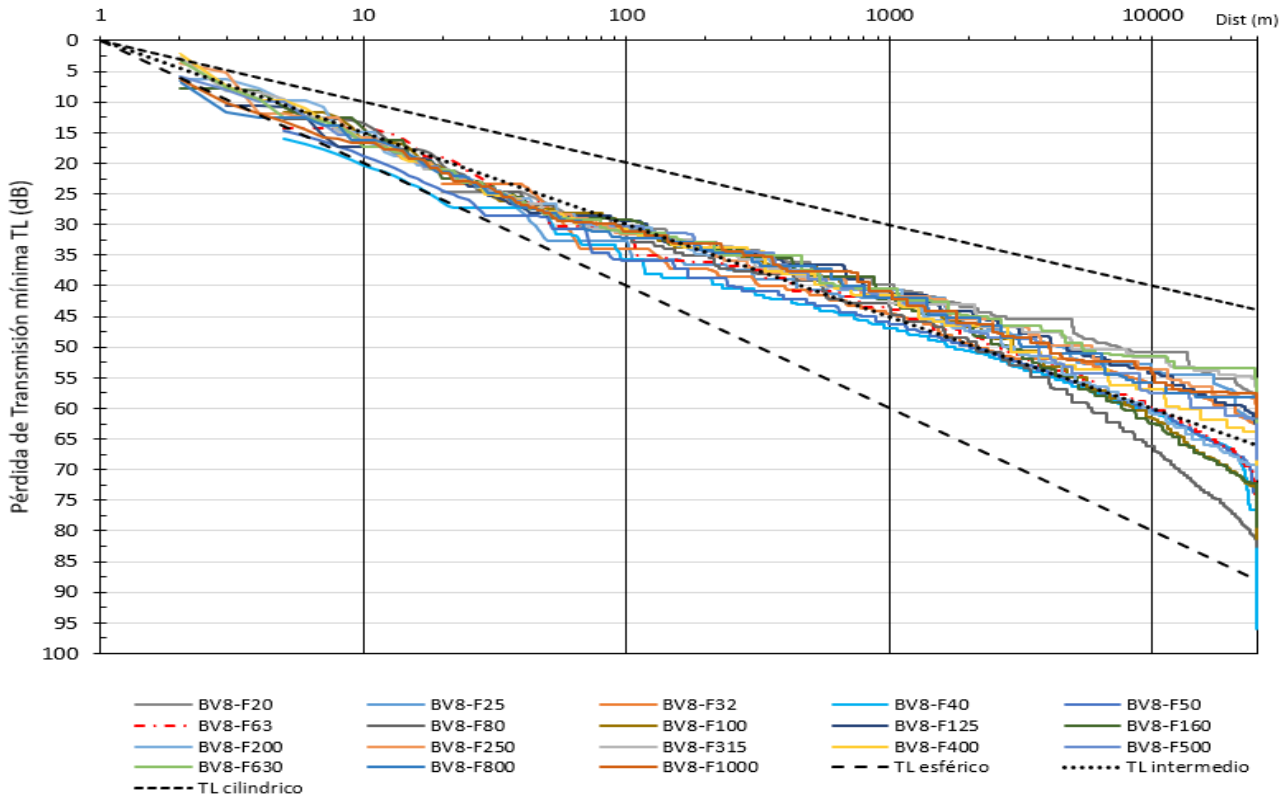


Figura 24. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad Variable Transecta 8– 20 Hz a 1.000 Hz

6.9 RESULTADOS DE LA PROPAGACIÓN DEL SEL

Como se indicó previamente los niveles sonoros emitidos verticalmente son como mínimo entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente. La propagación del sonido a grandes distancias requiere la modelización de la emisión horizontal, que presenta en su conjunto menor energía que la vertical.

En el presente estudio, en vez de adoptar una diferencia constante entre la emisión horizontal y vertical seleccionada en el rango indicado previamente, se realiza la modelización de todo el rango de tercios de octavas seleccionando el espectro correspondiente a un dado ángulo respecto de la vertical (Dip) para un ángulo respecto a la dirección de avance (Azimut). El ángulo Dip se seleccionó en forma conservativa de acuerdo a la distancia recorrida por el sonido antes de llegar al fondo, según la profundidad de agua.

Se analizó la propagación del SEL para el espectro de tercios de octavas comparando las siguientes condiciones:

- Emisión vertical (Dip 0º) a modo de referencia.
- Azimut 0º y Dip 85º (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 45º y Dip 85º (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 90º y Dip 85º (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 0º y Dip 80º (profundidad máxima)
- Azimut 45º y Dip 80º (profundidad máxima)
- Azimut 90º y Dip 80º (profundidad máxima)

Asimismo, se evaluó el efecto de filtrado con el audiograma de cada grupo auditivo, información necesaria para el posterior cálculo del SEL acumulado.

El procedimiento se realizó para cada una de las bandas desde la frecuencia de corte hasta 1 kHz.

Los valores obtenidos de SEL recibido $RL_B(R,j)$ para cada banda, sin filtro y para cada filtro auditivo se presentan en el Anexo III para cada caso. A título ilustrativo se incluyen aquí los resultados para las condiciones sin filtro en la Figura 25 a la Figura 33.

Se destacó en punteado una frecuencia característica de la parte de mayor emisión del espectro (80 Hz) solo a los efectos de permitir una visualización y comparación de su grado de reducción al aplicar los diferentes filtros.

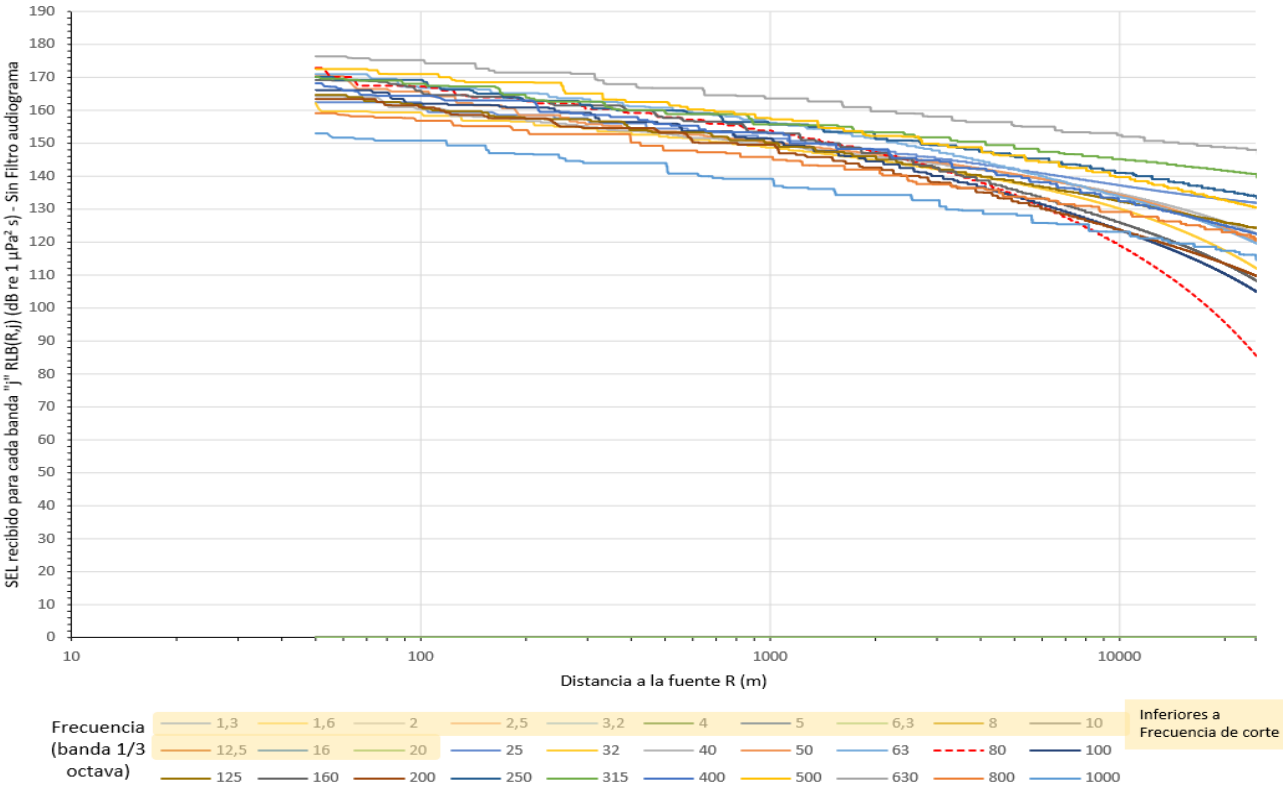


Figura 25. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0º Dip 85º. Sin Filtro

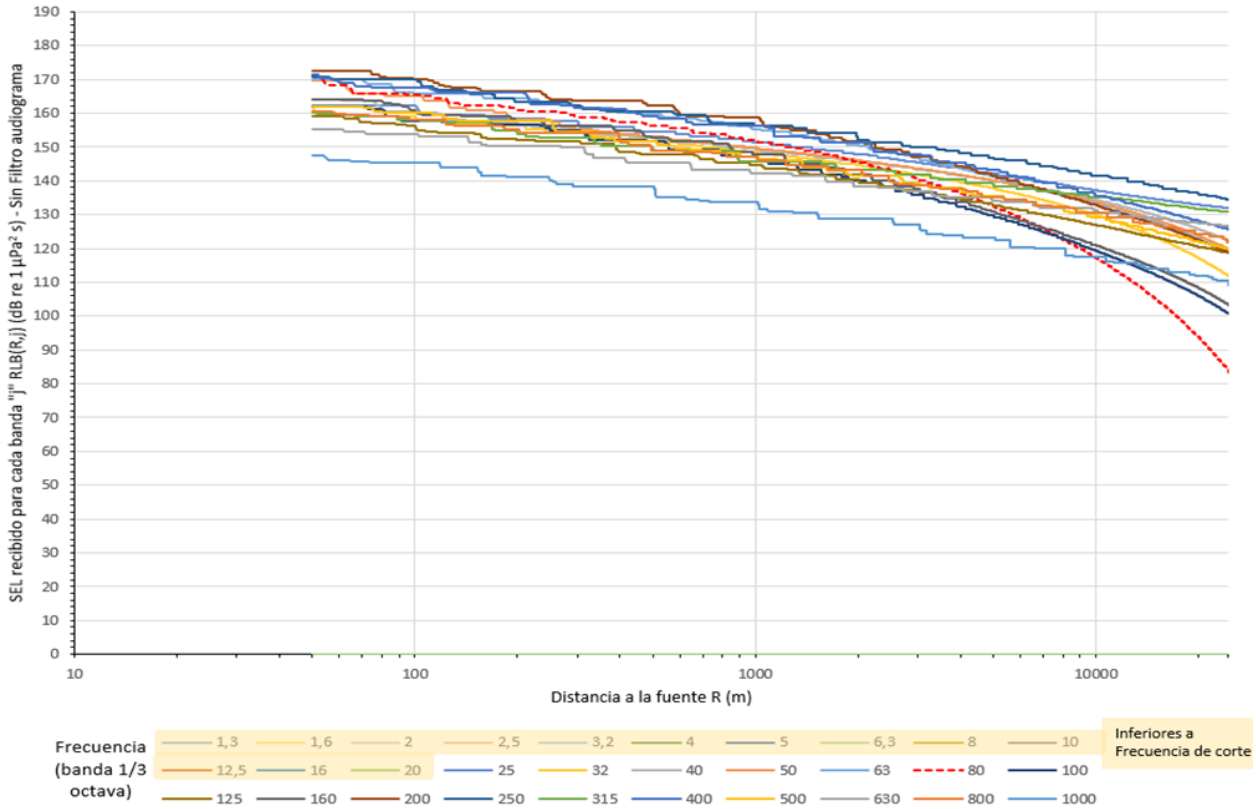


Figura 26. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45º Dip 85º. Sin Filtro

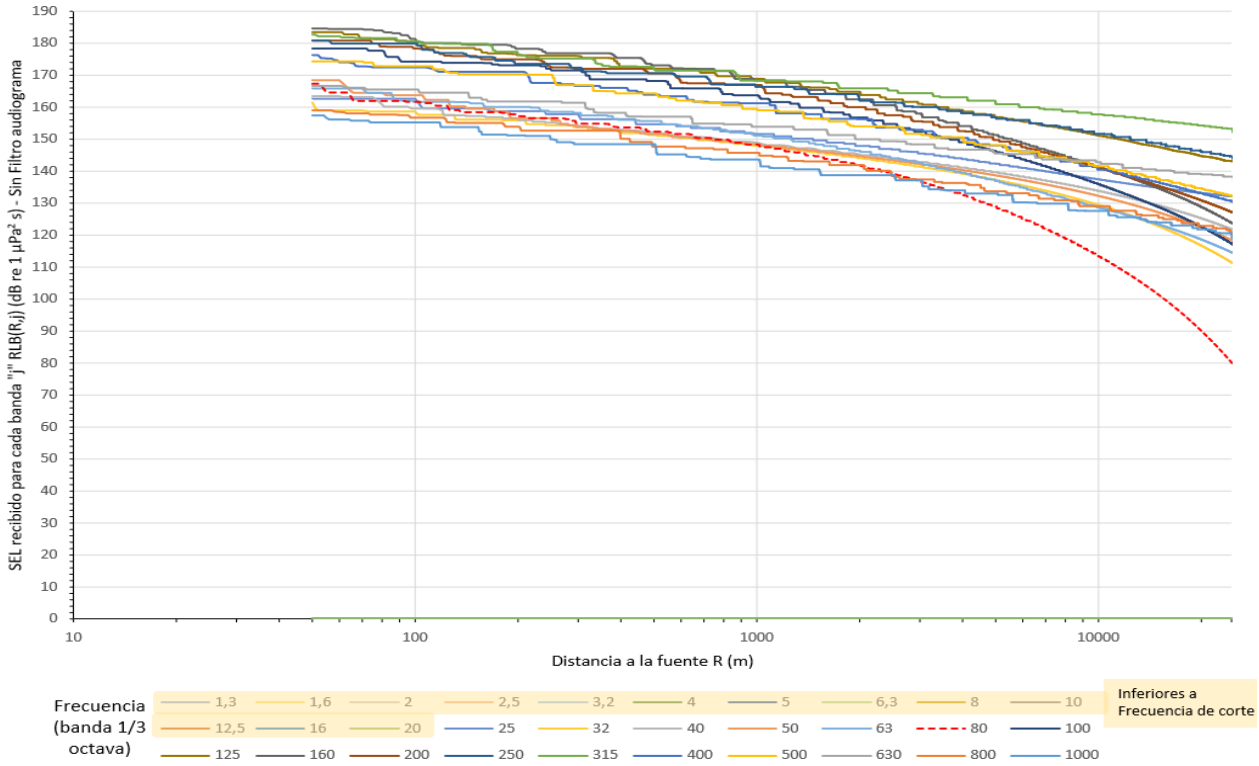


Figura 27. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 90º Dip 85º. Sin Filtro

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 63 de 134

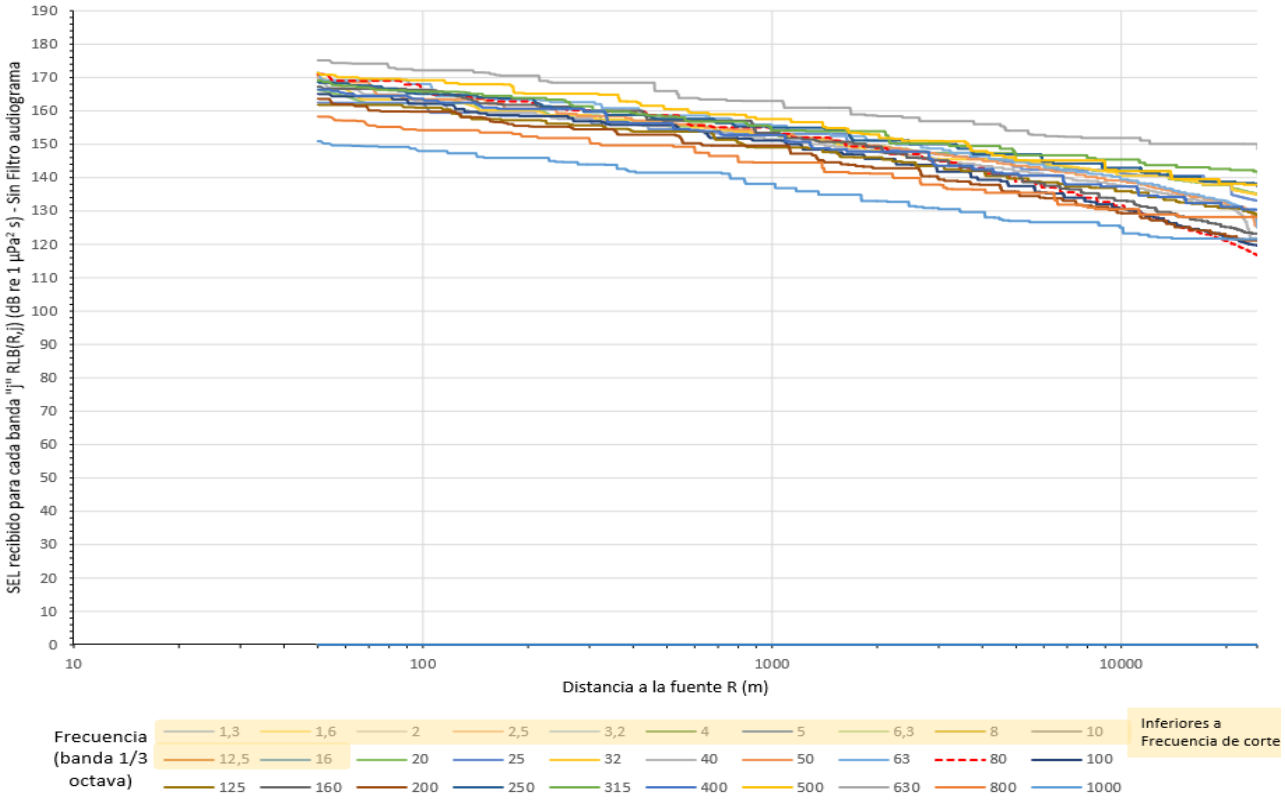


Figura 28. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 0º Dip 85º. Sin Filtro

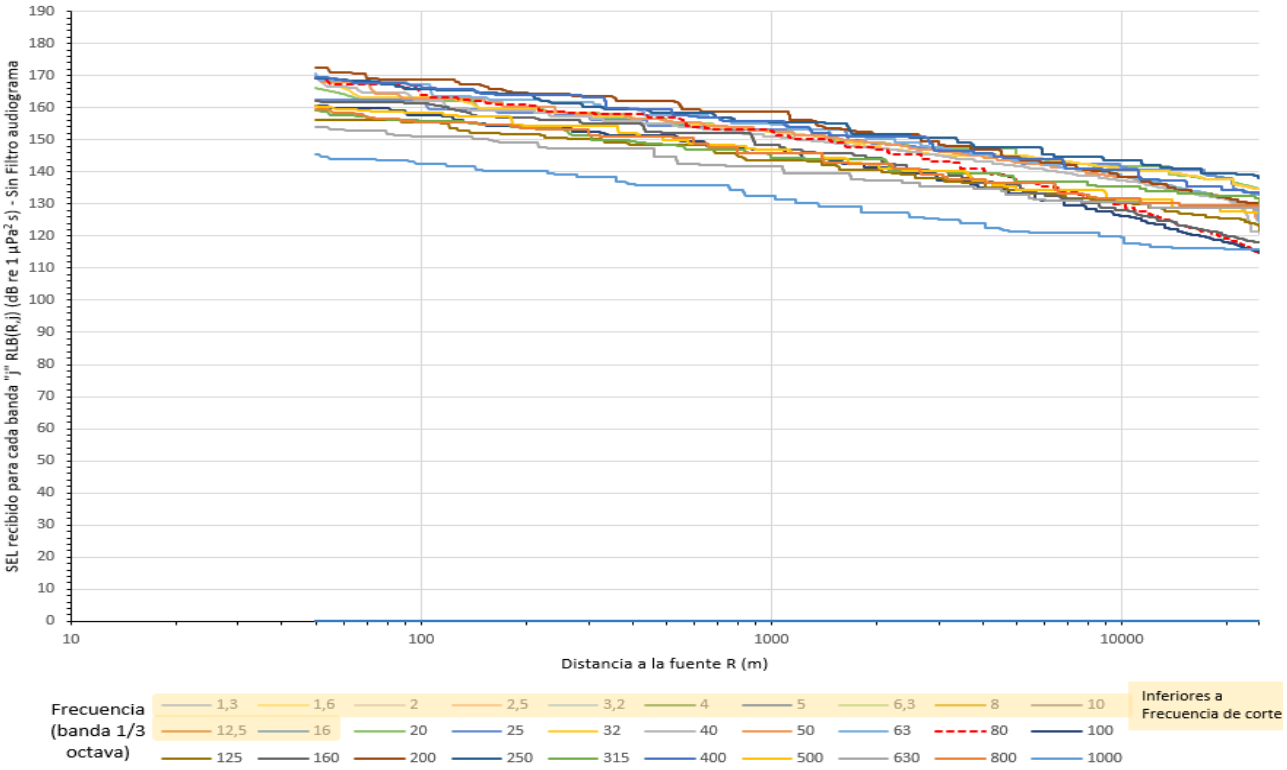


Figura 29. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 45º Dip 85º. Sin Filtro

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 64 de 134

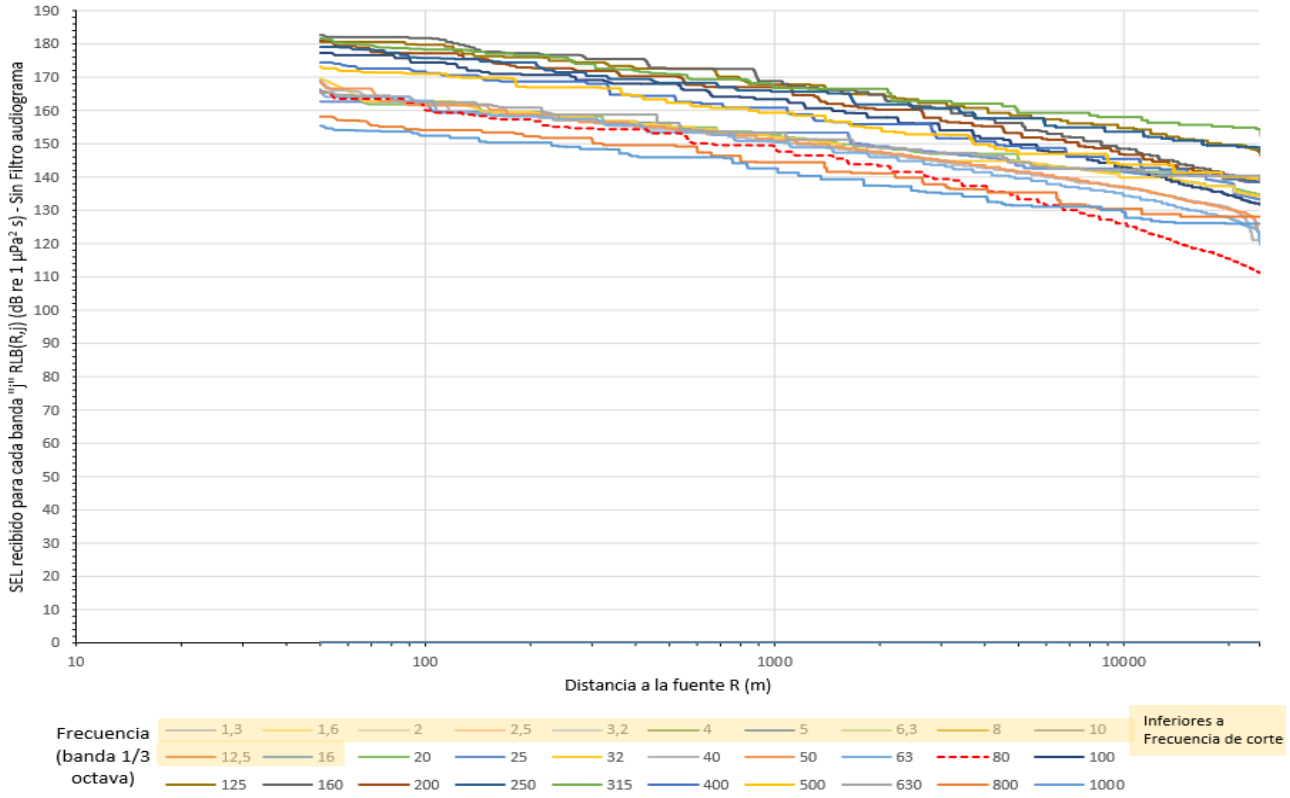


Figura 30. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 90º Dip 85º. Sin Filtro

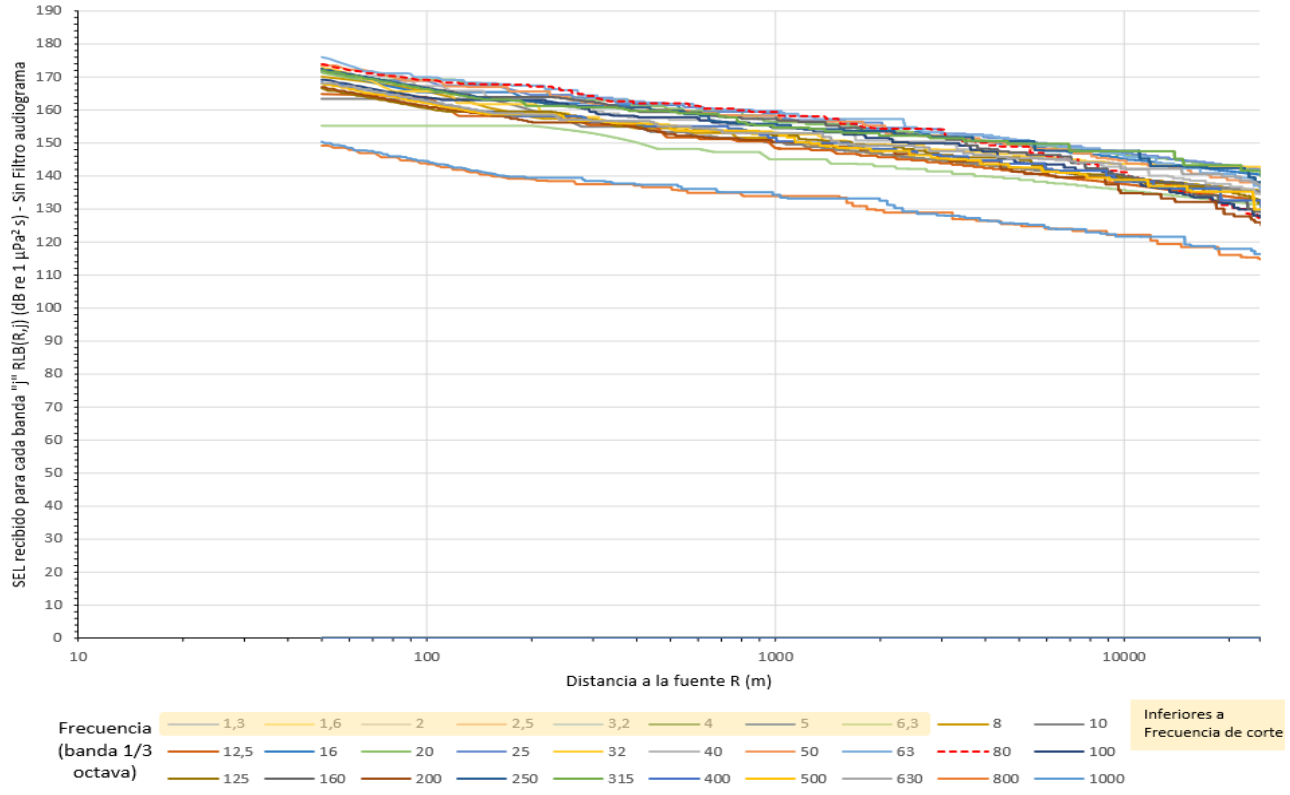


Figura 31. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0º Dip 80º. Sin Filtro

Página 65 de 134

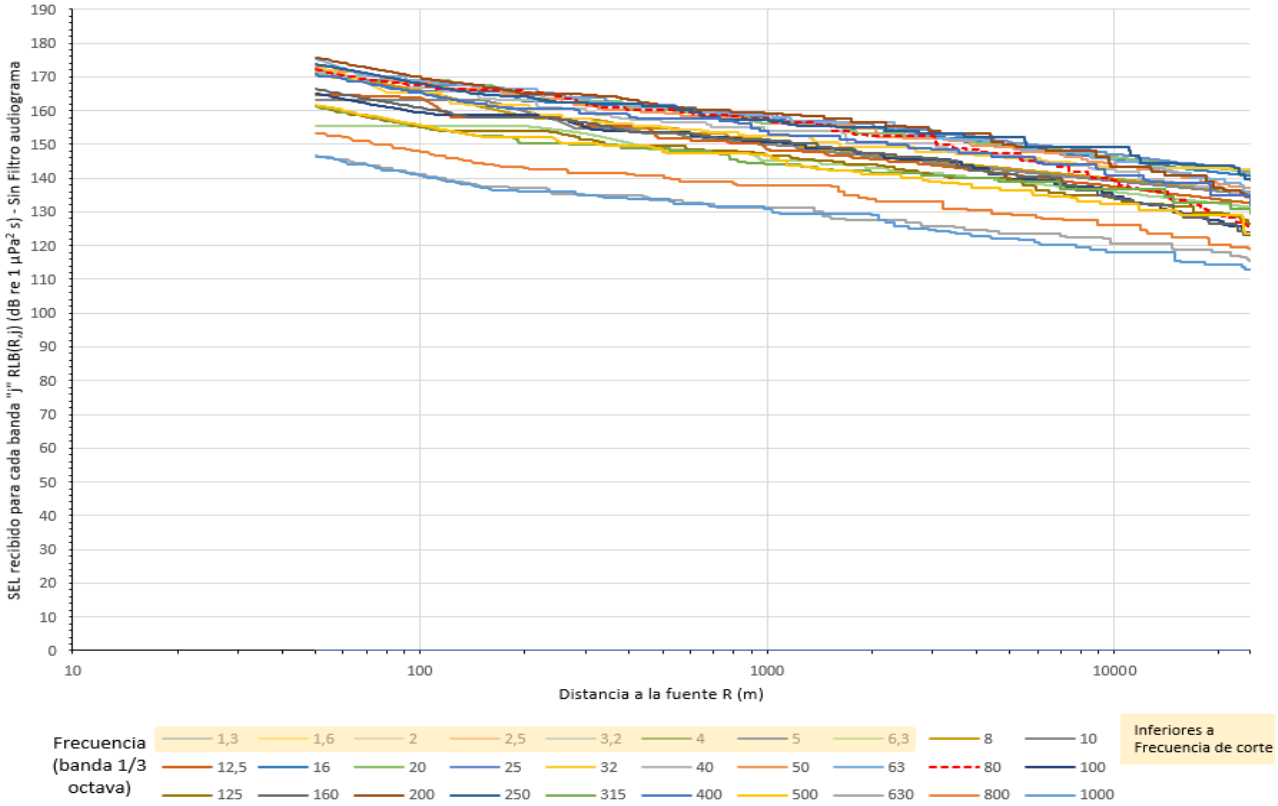


Figura 32. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 45º Dip 80º. Sin Filtro

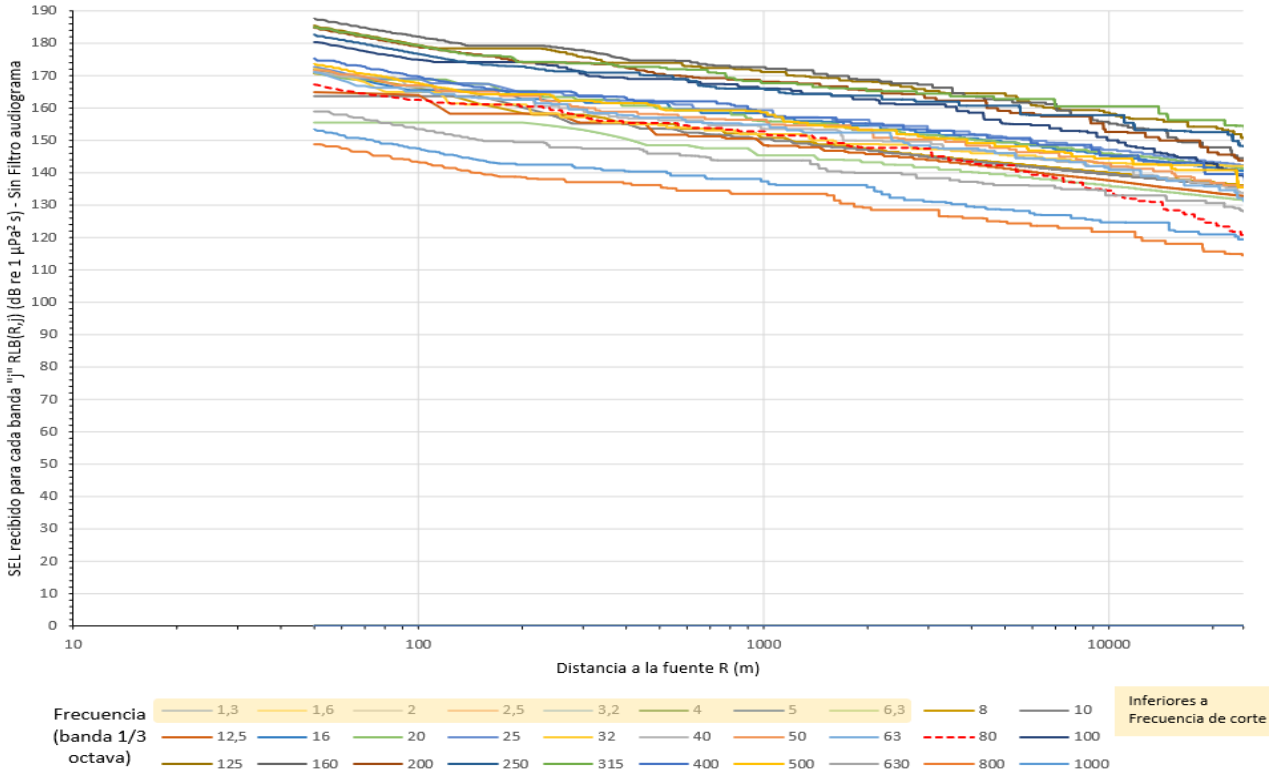


Figura 33. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90º Dip 80º. Sin Filtro

Al observar los gráficos precedentes, cabe recordar que los "escalones" y tramos con SEL constante que se visualizan para algunas frecuencias (especialmente las más bajas), se deben a que una oscilación en un punto "d" que disminuya el valor de $TL_{V,H}$ (d) en relación con los valores para distancias menores (x < d), implica que el valor de TL_V (d) (mínimo) será igual a $TL_{V,H}$ (d) en un cierto tramo con x< d (hasta que se produzca la siguiente oscilación con menor valor de $TL_{V,H}$), con lo cual el valor del SEL calculado se mantiene estable sin modificaciones en el mismo tramo (criterio conservativo).

Las contribuciones al SEL por parte de cada banda se suman en el dominio lineal y se vuelven a representar en el dominio logarítmico en decibeles, mediante la siguiente ecuación:

$$RL(SEL_{TOTAL}) = log_{10}\left[\sum_{j=1}^{N} 10^{\frac{RL_B(j)}{10}}\right] \quad [8]$$

Donde:

N = número de bandas de 1/3 de octava.

Los resultados de $RL(SEL_{TOTAL})$ se presentan en las siguientes figuras, que incluyen el SEL total recibido para Dip 0º (el cual es independiente del Azimut) y en los casos de profundidad mínima uniforme y profundidad variable con el ángulo Dip 85º para Azimut 0º o para Azimut 90º, junto con la diferencia con el valor para Dip 0º. Para profundidad máxima se considera Dip 80º.

Esta diferencia es la que en realidad influye en la acumulación del SEL para cada distancia cuando se adopta un ángulo de emisión diferente del vertical.

Tal como se indicó en el Capítulo 4 se considera en general que los niveles sonoros emitidos verticalmente son como mínimo entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente (Caldwell y otros, 2000). Según las condiciones de profundidad consideradas en la modelación, las diferencias medias en el caso sin filtro para Azimut 0º las diferencias entre la emisión vertical en un ángulo cercano al horizontal varían entre unos 14 y 17 dB, con máximos puntuales entre 17 y 21 dB. Para Azimut 90º en cambio, cuyas emisiones en general son mayores que para Azimut 0º, las diferencias medias varían entre unos 7 y 11 dB, con máximos puntuales entre 9 y 14 dB.

Considerando que el valor de SPL sin Filtro para Azimut 90º es el que finalmente será condicionante de las distancias de seguridad con respecto a la superación de los umbrales de PTS y TTS con esta métrica, estas condiciones implican que se está considerando una emisión horizontal conservativa y acorde a los valores citados en la bibliografía.

Las diferencias entre la emisión vertical y horizontal para los valores de SEL transmitido filtrado por audiogramas, son aún menores que para la condición sin filtro, variando en general entre valores medios de 11 a 15 dB para Azimut 0º y entre 3 y 7 dB para Azimut 90º, considerando el filtro LF, y valores menores para los demás audiogramas. Se considera por lo tanto, que estas condiciones son también adecuadamente conservativas para la evaluación de la acumulación del SEL, que es la otra métrica a ser considerada para la definición de las distancias de seguridad.

En el Anexo III se presentan los resultados para todos los casos analizados. A título ilustrativo, en la Figura 34 y la Figura 35 se presentan los resultados obtenidos en la condición sin filtro para B0, en la Figura 37 y la Figura 39 se presentan para BV8, y en la Figura 40 y la Figura 42 se presentan para BA.

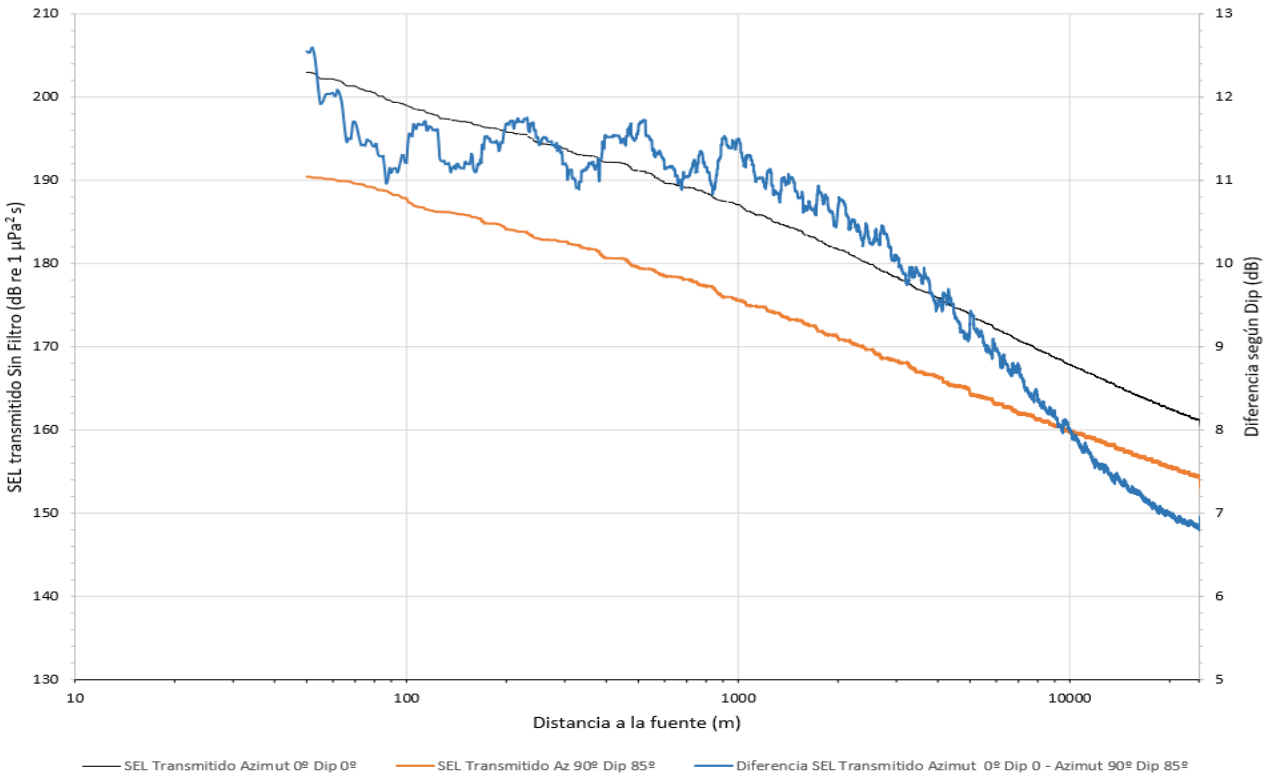


Figura 34. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Dip 0º - Azimut 90º Dip 85º Sin Filtro

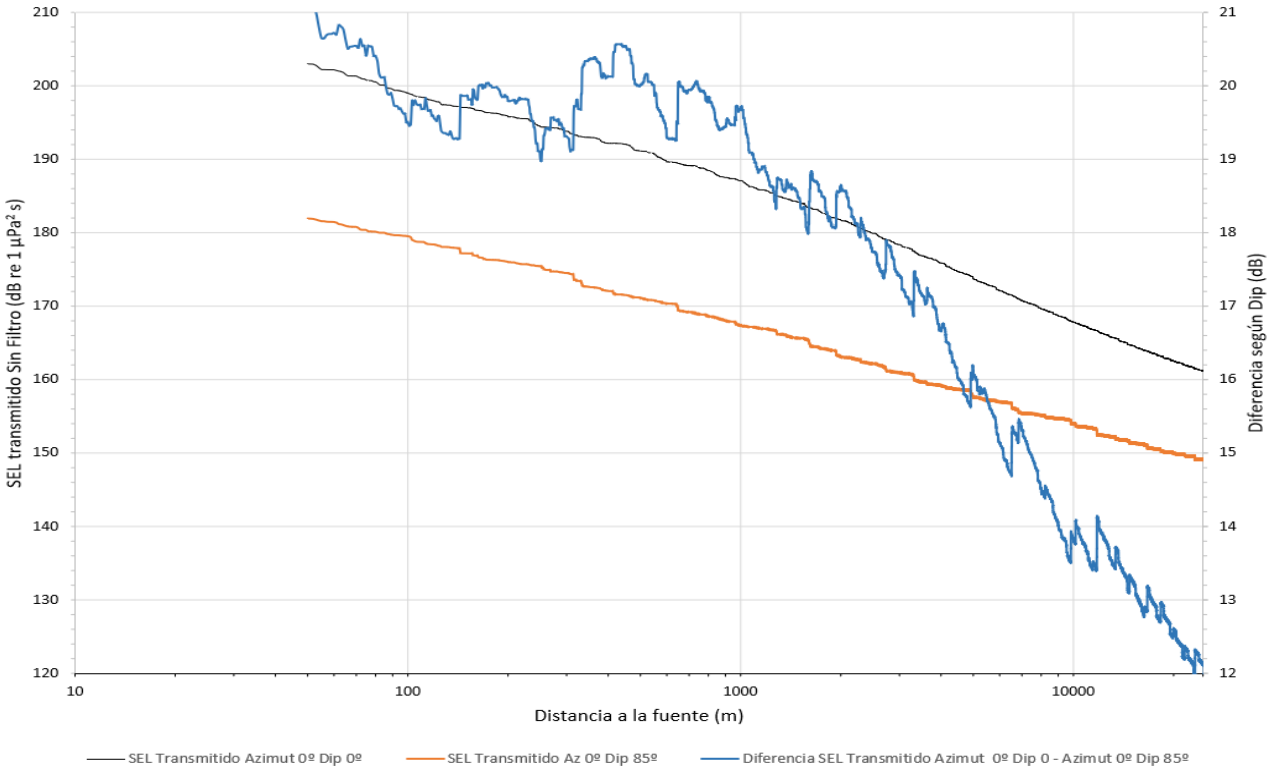


Figura 35. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0º Dip 0º-85º Sin Filtro

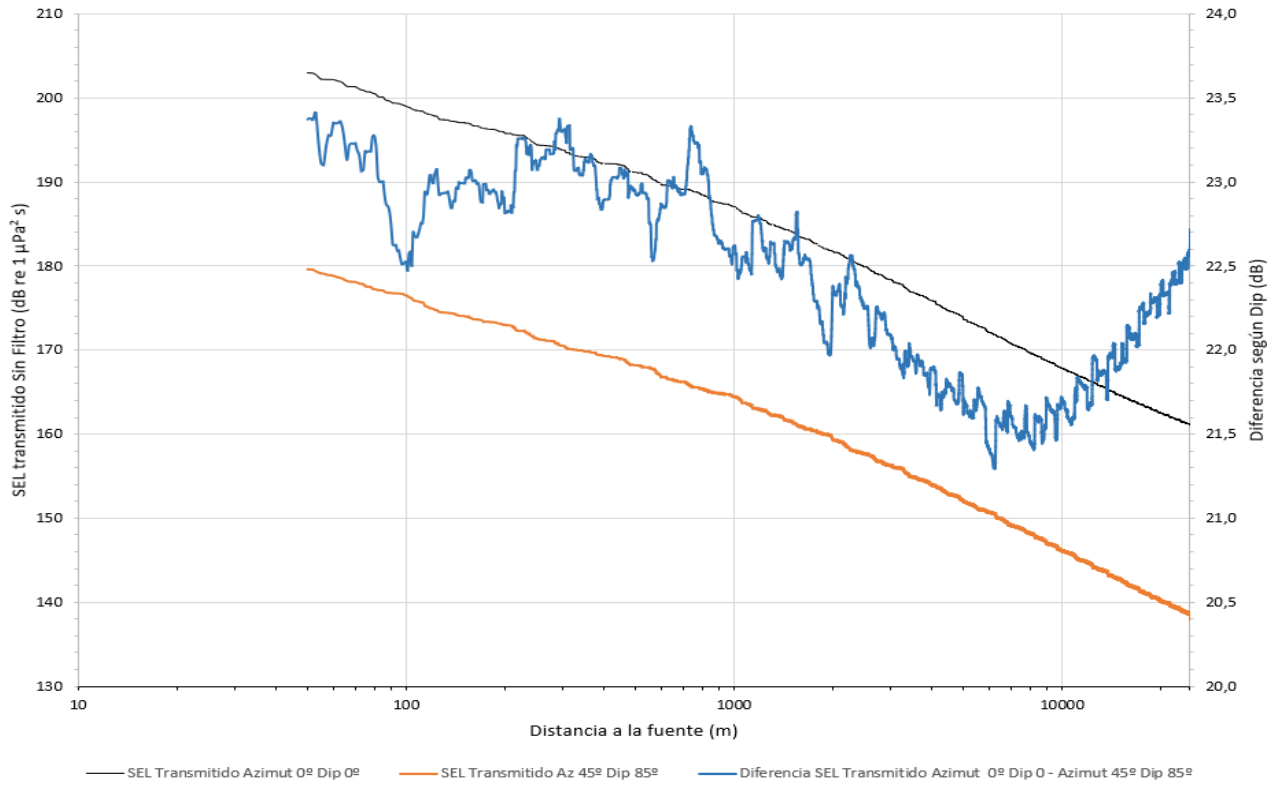


Figura 36. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45º Dip 0º-85º Sin Filtro

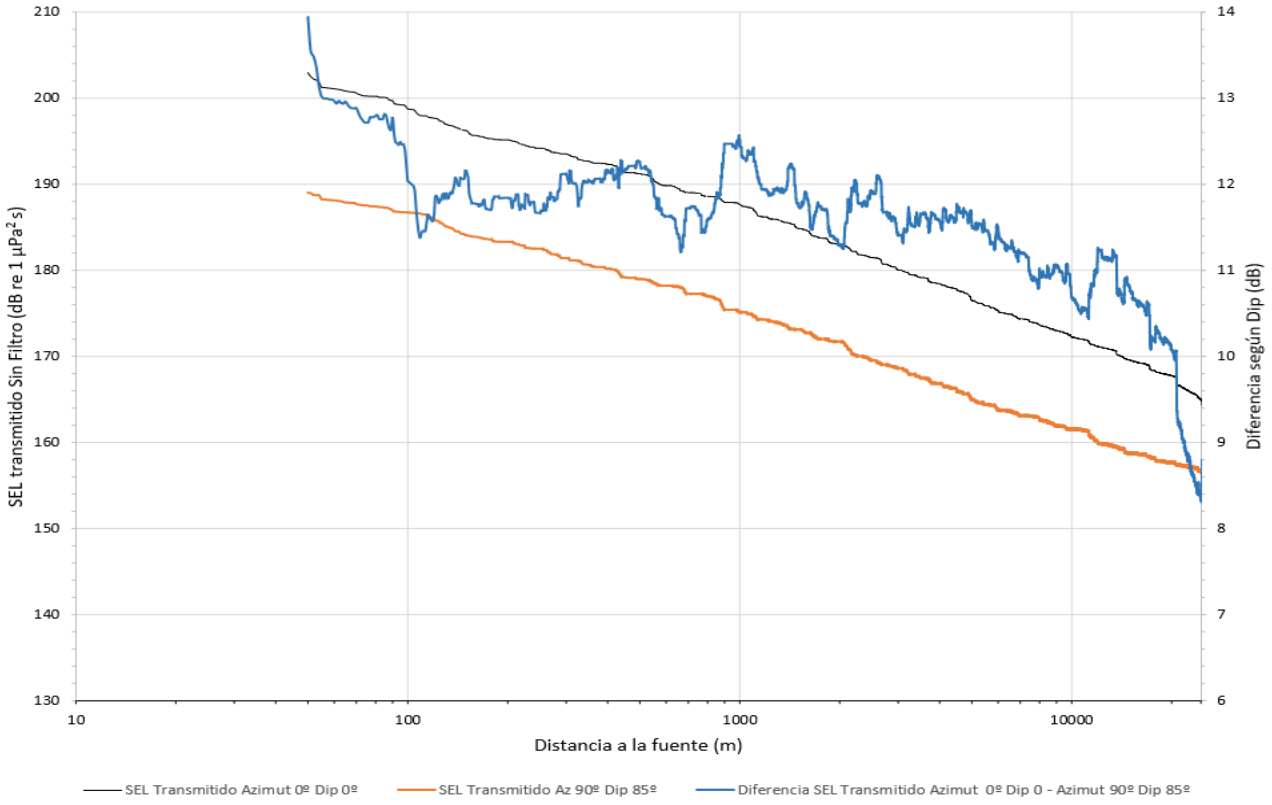


Figura 37. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0º - Azimut 90º Dip 85º Sin Filtro

Página 69 de 134

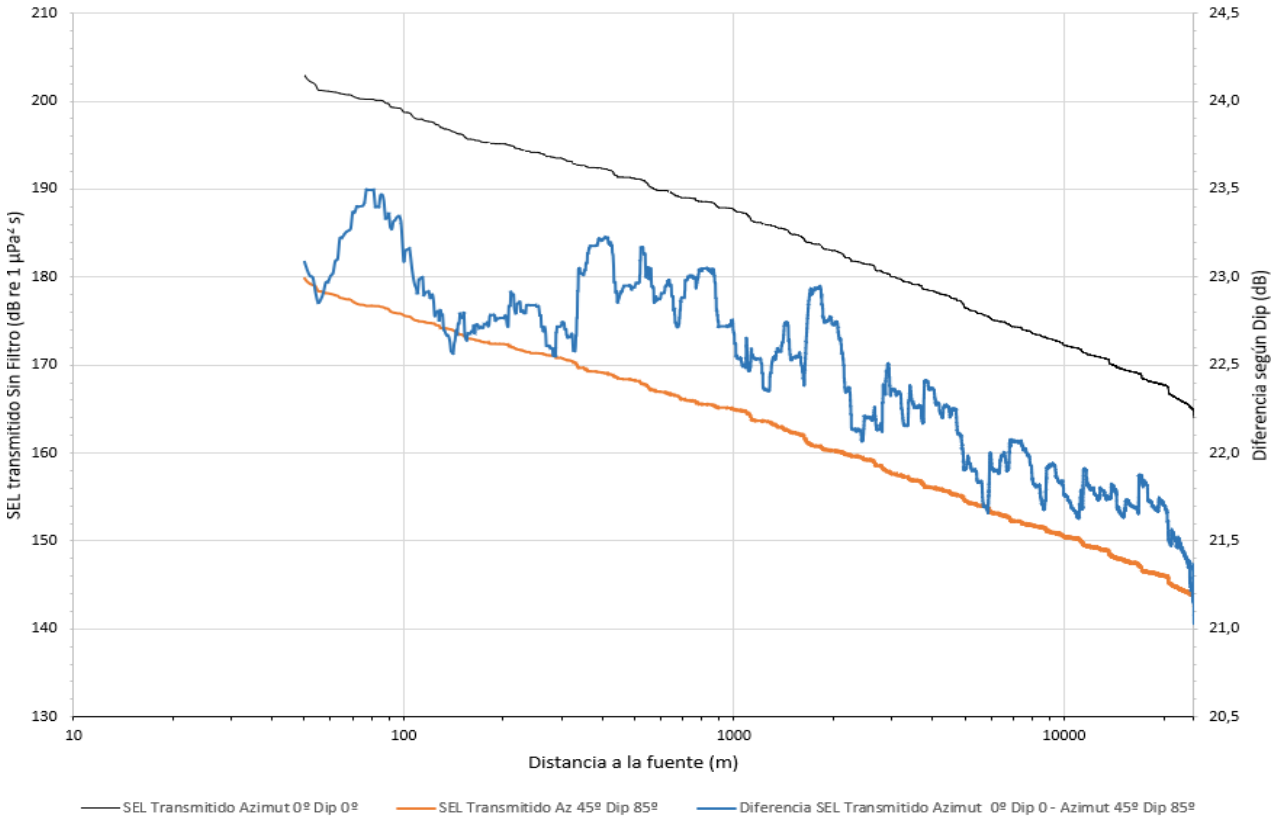


Figura 38. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0º - Azimut 45º Dip 85º Sin Filtro



Figura 39. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Azimut 0º Dip 0º-85º Sin Filtro

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

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

Página 70 de 134

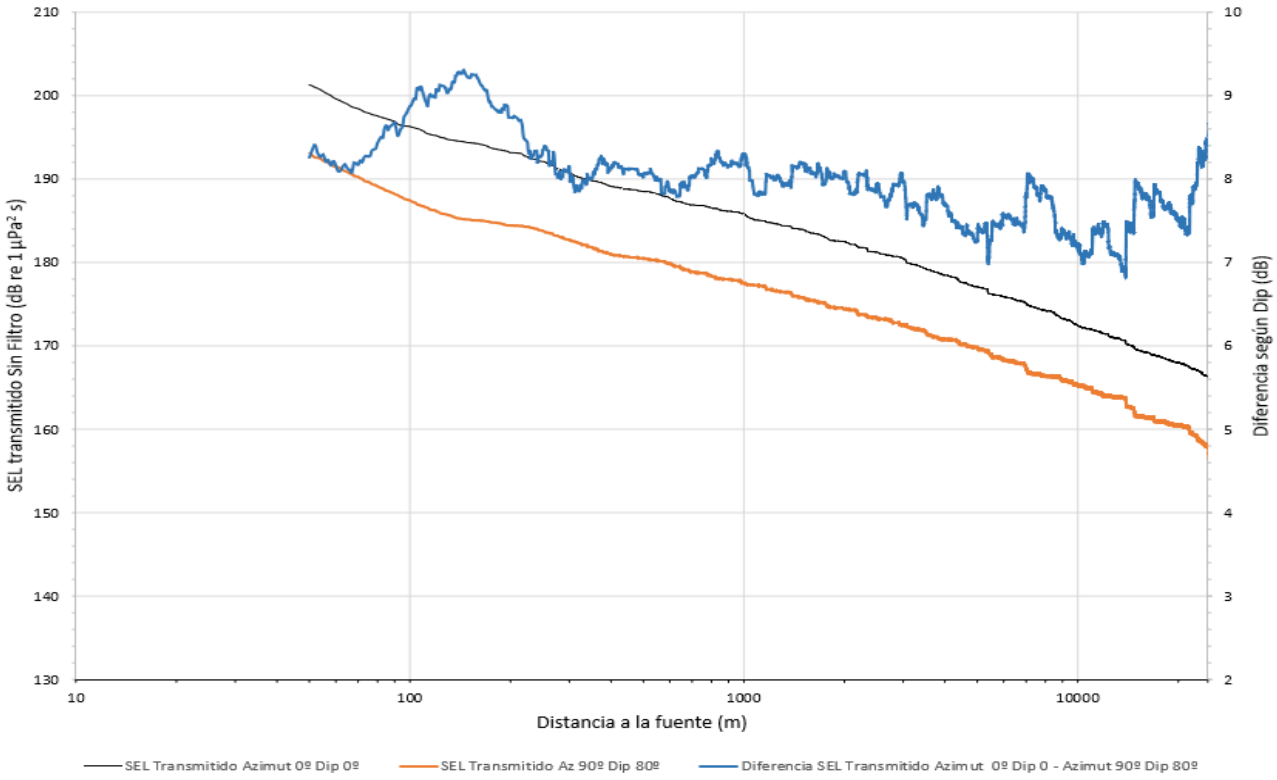


Figura 40. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0º - Azimut 90º Dip 80º Sin Filtro

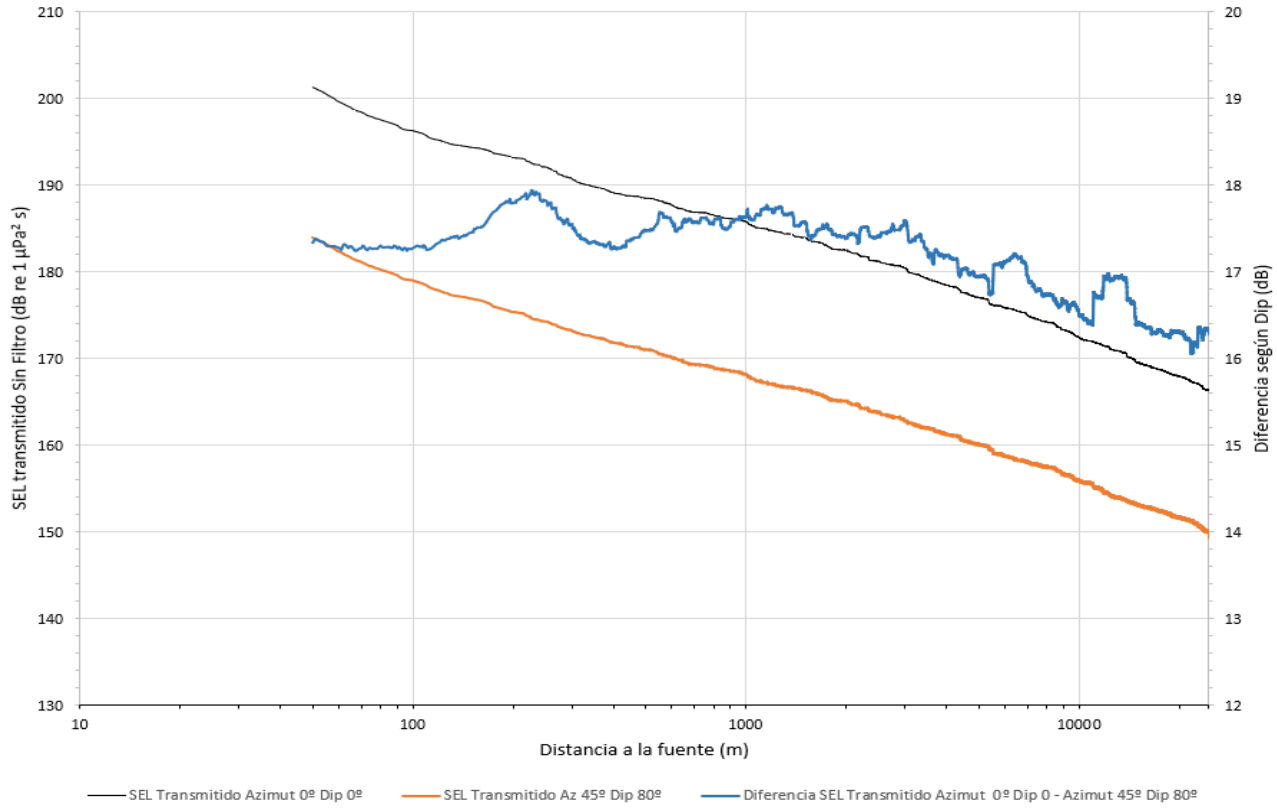


Figura 41. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0º - Azimut 45º Dip 80º Sin Filtro

Página 71 de 134

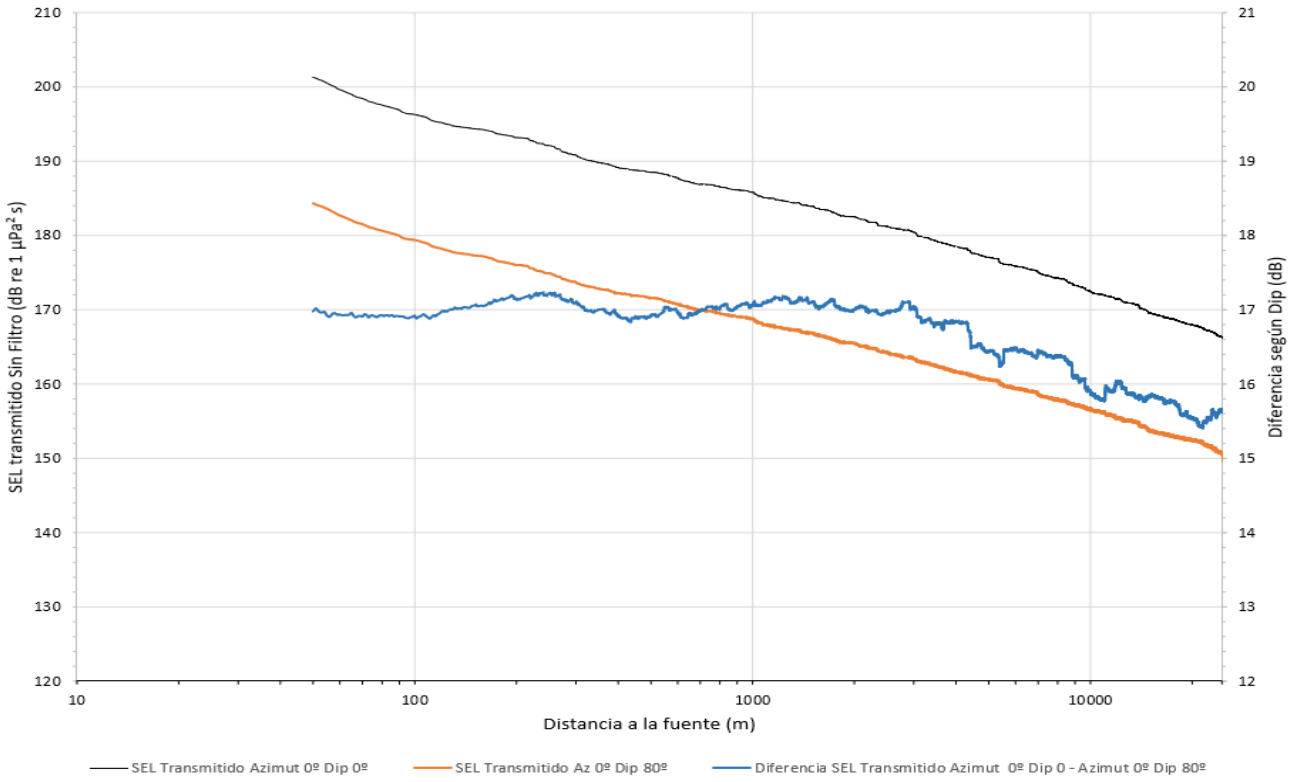


Figura 42. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0º Dip 0º-80º Sin Filtro

6.10 EVALUACIÓN DE DISTANCIAS PARA ALCANZAR LOS UMBRALES DE SPL

A partir de los resultados de la propagación del SEL previamente presentados (valores de SEL recibido RL sin filtro), se estimaron los valores recibidos del SPLpeak en función de la distancia a la fuente de emisión, incrementando conservativamente en 24 dB el valor del SEL.

A los efectos prácticos y ante las irregularidades que presentan las soluciones del RAM para distancias cortas y frecuencias bajas, se realizó el análisis considerando una distancia mínima de 50 metros desde el "centro" virtual del arreglo emisor.

Los cálculos de distancias fueron efectuados para cada una de las condiciones del lecho previamente evaluadas en cuanto a la propagación del SEL. Los resultados obtenidos que se presentan en las tablas siguientes muestran que las diferentes hipótesis que pueden adoptarse sobre las profundidades tienen una influencia poco significativa en las distancias resultantes para cada grupo auditivo y especie. Únicamente surgen diferencias más relevantes entre las distancias correspondientes al "límite convencional de afectación", que varían entre unos 4 y 8 km.

Como conclusión, considerando la métrica SPL el resultado más conservativo para toda el área de prospección de la distancia para PTS – VHF, es el obtenido para la emisión con Azimut 90º (perpendicular a la dirección de avance del arreglo), en la zona de máxima profundidad analizada, que es del orden de 800 m, dado que en la dirección alineada con el avance del arreglo (Azimut 0º) y en la dirección transversal (Azimut 45º) la distancia obtenida es mucho menor que ésta.

Tabla 7. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad mínima Uniforme (B0).

Grupo Auditivo	SPLpeak	Azimut 0º Dip 85º Distancia	Azimut 45º Dip 85º Distancia	Azimut 90º Dip 85º Distancia
	dB re 1 µPa	(m)	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	114	64	599
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	75
Peces CON vejiga natatoria *	207	<50	<50	236
TTS – LF	213	<50	<50	75
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	370	217	1708
TTS – PW	212	<50	<50	89
TTS – PO	226	<50	<50	<50
Limite convencional afectación	190	1281	646	3956

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces

Tabla 8. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad Variable (BV8).

Grupo Auditivo	SPLpeak	Azimut 0º Dip 85º Distancia	Azimut 45º Dip 85º Distancia	Azimut 90º Dip 85º Distancia
	dB re 1 µPa	(m)	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	91	55	554
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	50
Peces CON vejiga natatoria *	207	<50	<50	180
TTS – LF	213	<50	<50	50
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	381	182	1656
TTS – PW	212	<50	<50	55
TTS – PO	226	<50	<50	<50
Limite convencional afectación	190	1091	663	4260

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces

Tabla 9. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad máxima Uniforme (BA).

Grupo Auditivo	SPLpeak	Azimut 0º Dip 80º Distancia	Azimut 45º Dip 80º Distancia	Azimut 90º Dip 80º Distancia
	dB re 1 µPa	(m)	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	114	110	781
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	77
Peces CON vejiga natatoria *	207	56	54	263
TTS – LF	213	<50	<50	77
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	381	348	2973
TTS – PW	212	<50	<50	87
TTS – PO	226	<50	<50	<50
Limite convencional afectación	190	1582	1454	7739

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces

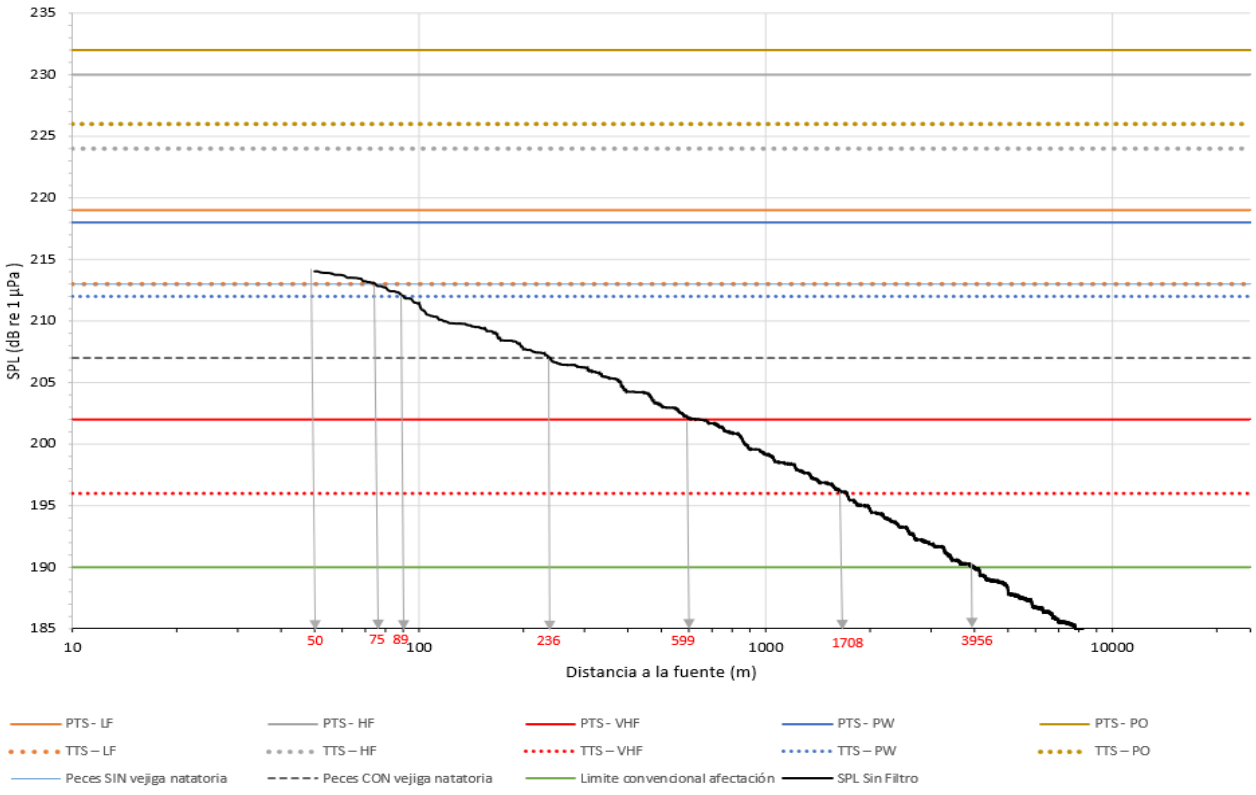


Figura 43. Ejemplo de comparación entre los valores de $SPLpeak_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad mínima Uniforme (B0)

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 74 de 134

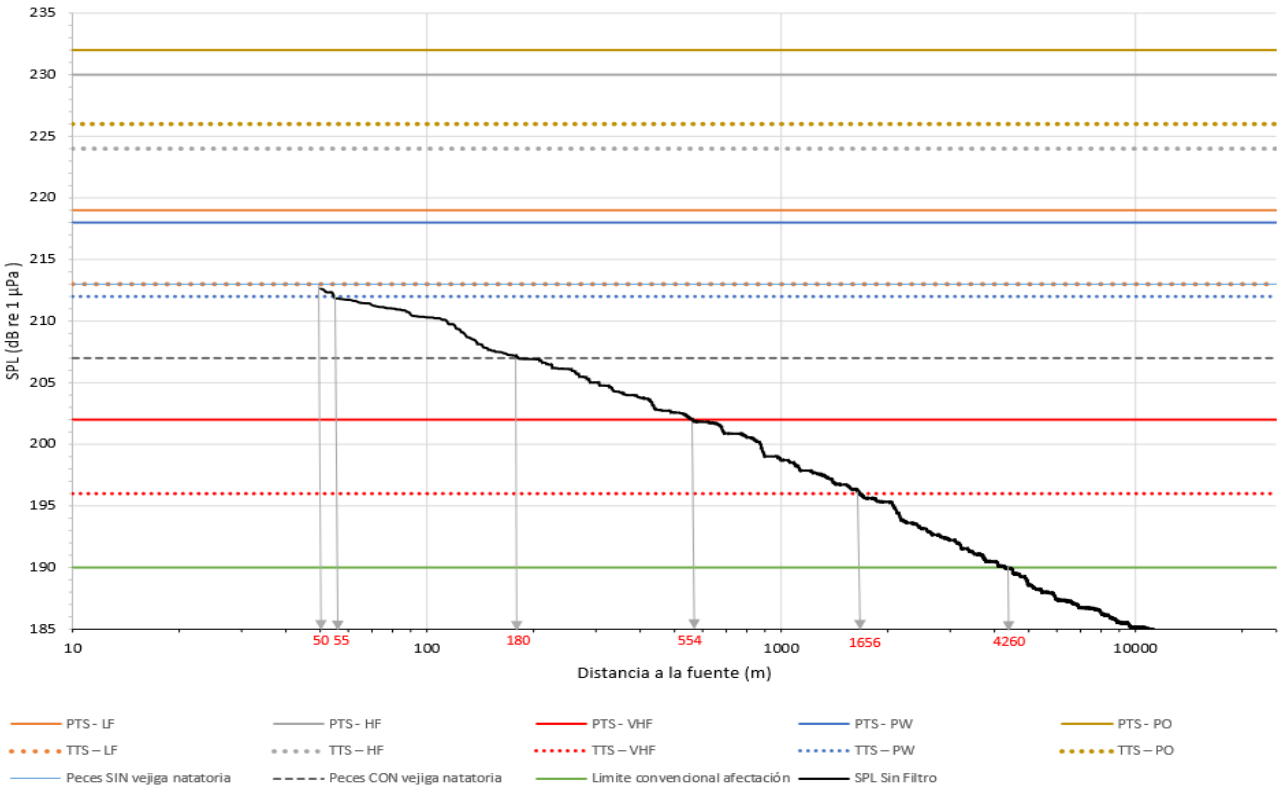


Figura 44. Comparación entre los valores de SPLpeak$_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad Variable (BV8)

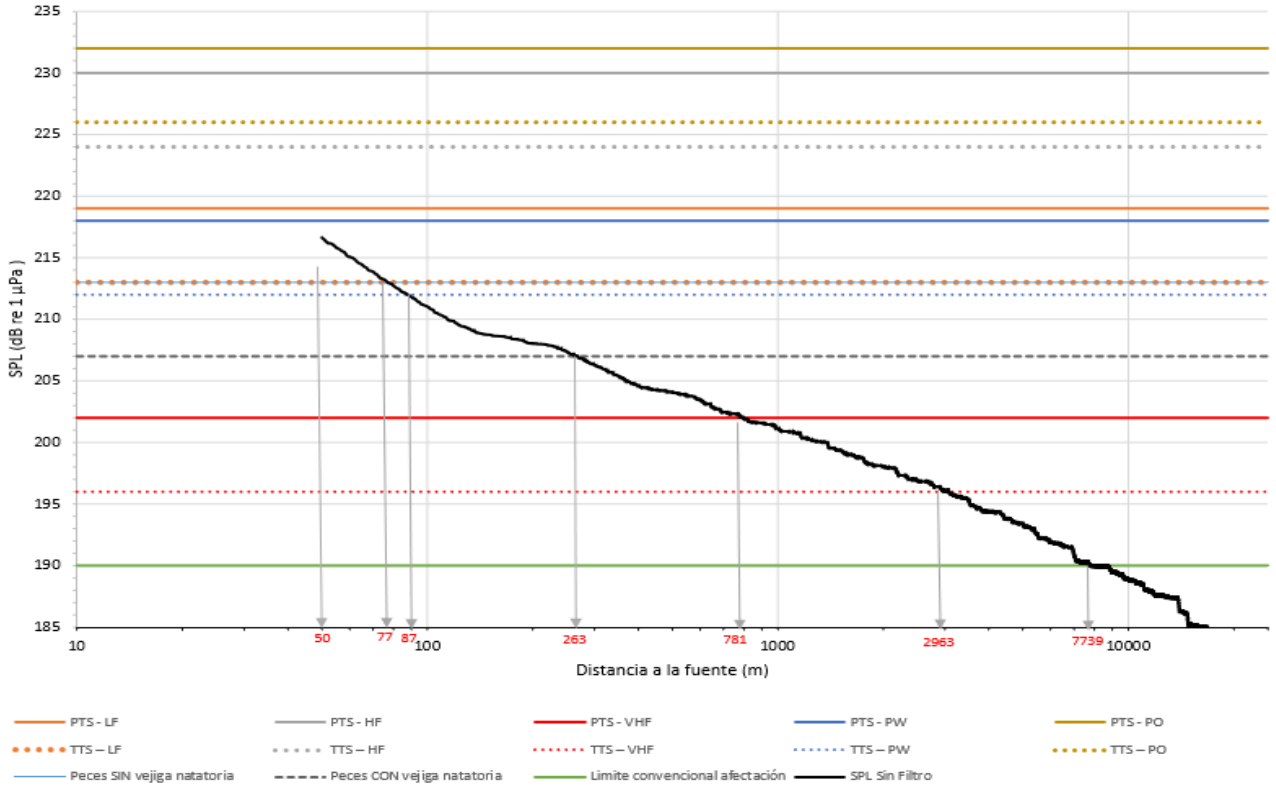


Figura 45. Comparación entre los valores de SPLpeak$_{TOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad máxima Uniforme (BA)

Página 75 de 134

Para las secciones siguientes y el análisis del SEL acumulado (SELcum), se asumirá una distancia mínima de exclusión de mamíferos marinos para el inicio del aumento gradual de la emisión correspondiente a las medidas de mitigación igual a 1.000 m, el cual es el mínimo requerido por la normativa de aplicación, y es mayor que el valor de 800 m resultante del análisis para la métrica SPL.

La evaluación del SELcum estará orientada a verificar si esta distancia resulta suficiente para que no se produzca PTS en las diferentes especies de mamíferos marinos.

6.11 CÁLCULO DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO

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 de este, y su capacidad de percepción (audiograma).

En el presente estudio debido a la metodología adoptada para el cálculo del SEL, se considera el nivel más desfavorable que pueda presentarse a cualquier profundidad entre la superficie y el lecho, por lo que este criterio conservativo comprende cualquier evolución que el receptor haga en la dirección vertical.

Los valores individuales de SEL total que integran todas las bandas de energía (RL(SEL_{TOTAL})) para cada emisión de aire comprimido, se acumulan para todas las emisiones que se realicen durante el período de prospección que se haya considerado.

El valor de SEL recibido RL considerado es el ponderado por el audiograma correspondiente al grupo auditivo cuyo umbral de PTS o TTS se está evaluando. En el caso de los peces, se emplea en cambio el valor sin filtrar.

Para la acumulación del SEL se considera la prospección de una línea sísmica, dado que no se justifica la acumulación por 24 horas, debido al tiempo que es necesario para relevarla y hacer el giro para pasar a la siguiente línea, a la distancia de más de 6 km entre líneas sucesivas, y a la movilidad de los animales potencialmente expuestos.

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. Se han considerado el procedimiento de Aumento Gradual según Res. MAyDS 201/2021.

La información disponible sobre las posibles reacciones de los mamíferos marinos ante las emisiones sísmicas, muestran que realizan trayectorias de evitación, pudiendo sostener velocidades del orden de 4 m/s durante períodos de aproximadamente media hora, manteniendo luego velocidades en el entorno de 2 m/s.

Considerando los antecedentes disponibles se consideró que el receptor seguirá trayectorias con direcciones opuestas o perpendiculares a la dirección de avance del arreglo, de tal manera que lo alejen del punto de emisión.

A medida que el receptor se mueve con una velocidad V_R modificando su posición espacial según el ángulo de su trayectoria con respecto al avance del buque, se produce una emisión de energía sonora cada aproximadamente 5 segundos, con lo cual a una velocidad V_E de unos 2,5 m/s el arreglo habrá avanzado 12,5 metros en dirección X positiva. De esa manera, continuamente se va modificando la distancia "R" entre ambos y el Azimut del receptor con respecto a la posición instantánea del emisor.
El esquema geométrico de cálculo implementado para acumular el SEL durante el período de escape del receptor es el siguiente:

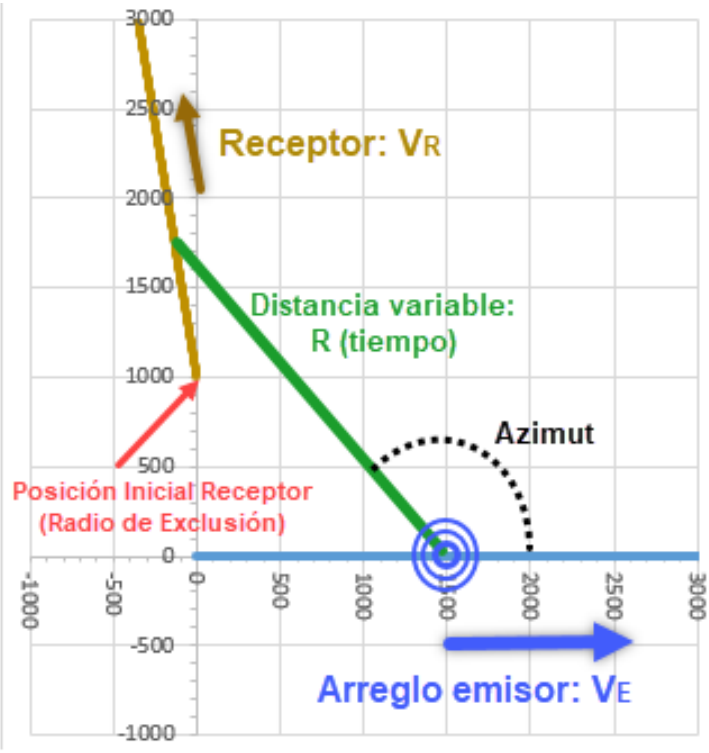


Figura 46. Esquema geométrico utilizado para el cálculo del SELcum

Los espectros de emisión para 45º y los cálculos precedentes de SPL muestran también que la energía emitida en ese azimut es inferior a la emitida para 90º.

Por esa razón, para adoptar una metodología que tenga en cuenta los diagramas polares de emisión, se realizó un análisis combinado, considerando no sólo la distancia entre emisor y receptor para acumular el SEL de cada disparo, sino el ángulo (Azimut) relativo definido en la Figura 46.

Al respecto, se analizaron dos posibilidades:

a) Metodología de emisión Dual: Una metodología de cálculo muy conservativa consiste en adoptar el resultado para Azimut 90º si el ángulo está comprendido entre 60º y 120º (o los mismos valores negativos), y Azimut 0º en el resto de los ángulos (0º a 60º y 120º a 180º). Cabe destacar que esta consideración maximiza la emisión para Azimuts diferentes de 0º y 90º, puesto que para otros ángulos intermedios el SEL emitido para frecuencias superiores a unos 100 Hz es sistemáticamente inferior al emitido para los ángulos extremos considerados, como se ha visto previamente.

b) Metodología de emisión interpolada: Una metodología también conservativa, en el sentido de considerar la emisión máxima que se da para Azimut 90º, pero que se considera más representativa de la realidad, consiste en interpolar el valor del SEL para cada emisión entre los valores correspondientes a 0º, 45º y 90º según el valor del azimut.

Con respecto a la duración del aumento gradual, para este análisis se analizó la influencia de considerar 20 o 40 minutos, en los límites del intervalo recomendado. Se concluyó que en esta zona de bajas profundidades, resulta necesario que la duración del aumento gradual sea mayor a 20 minutos, aunque la duración mínima difiere según sea el procedimiento de cálculo aplicado, de las dos variantes descriptas previamente.

Cuando se considera el procedimiento de aumento gradual, es posible especificar que al principio los tiempos para el encendido de cada combinación sean más lentos que al final del proceso. En primer lugar se ha considerado que cada paso del encendido de las fuentes modelado por Nucleus se realiza en el mismo intervalo de tiempo que el anterior. Sin embargo, aplicando la metodología de emisión Dual resulta que para no superar el valor de PTS para mamíferos tipo LF, es necesario que el proceso de aumento gradual sea más lento al principio, y más rápido al final, lo cual se representó considerando que en los primeros 25 minutos del arranque se alcance a la combinación 11, correspondiente a la emisión de fuentes hasta 540 cu.in. (8,85 lt.), mientras que en el resto de la duración del proceso se completen las combinaciones restantes hasta llegar a 2.010 cu.in. (32,94 lt.).

Empleando la metodología de emisión Interpolada entre 0º, 45º y 90º, para las condiciones de profundidad mínima uniforme (B0) y variable (BV8) la variación de la cantidad de fuentes en el tiempo no tiene esa restricción para obtener un valor de SELcum inferior al PTS para LF, la misma puede ser lineal (cada combinación se activa en el mismo tiempo), lo cual se ha denominado como “equiespaciado” en las tablas correspondientes.

Para la condición se profundidad máxima uniforme en cambio, fue necesario considerar una variación gradual más lenta, lo cual se representó considerando que en los primeros 20 minutos del aumento gradual se alcance a la combinación 10, correspondiente a la emisión de fuentes hasta 480 cu.in. (7,87 lt.), mientras que en el resto de la duración del proceso se completen las combinaciones restantes hasta llegar a 2.010 cu.in. (32,94 lt.). Con esta configuración se alcanzó una duración mínima del proceso de aumento gradual de 30 minutos, sin necesidad de asumir una velocidad inicial de escape de 4 m/s durante 30 minutos.

En primer lugar, y solamente para ilustrar el proceso de acumulación y la influencia de realizar, o no, el procedimiento de aumento gradual, se muestran los pasos de acumulación del SEL en el caso particular en que el animal receptor se encuentre a 1.000 m de distancia del centro del arreglo, ubicado inicialmente en la dirección opuesta al avance de este, y que se desplace con una velocidad de 2 m/s cuando se inicia el aumento gradual.

Se asume además que en este ejemplo ilustrativo el receptor se detiene al finalizar el aumento gradual (habiendo recorrido casi 5 km), dado que el arreglo se está alejando del mismo (la distancia al receptor es de casi 11 km) y el SEL recibido en cada emisión es bajo y cada vez menor.

El azimut del emisor es 0º y el del receptor es 180º durante todo el tiempo. La zona es la correspondiente a profundidad máxima (BA). Con todas estas hipótesis, se tienen los siguientes resultados:

La Figura 47 muestra la lenta progresión del SEL recibido durante el aumento gradual. Se puede visualizar un incremento brusco que se produce cada vez que se activa una combinación adicional de emisores, seguido de períodos de decaimiento durante los cuales el SEL recibido va descendiendo debido al incremento de la distancia R entre emisor y receptor. Al final del período de aumento gradual se alcanza el máximo de SEL recibido, y luego en cada emisión (cada 5 segundos) el SEL recibido va descendiendo mientras se incrementa la distancia R.

La **Figura 48** ilustra el SEL acumulado que se obtiene sumando (en el dominio lineal) el SEL de cada una de las emisiones efectuadas, como se explicó previamente (ecuación [9]). El SELcum que en este caso más se acerca al valor de PTS es el correspondiente a mamíferos de grupo auditivo bajo (LF). Siendo PTS LF = 183 dB re 1 μPa^2 s, el SELcum alcanza solamente 179,7 re 1 μPa^2 s, 3,3 dB más bajo. Esa acumulación incluye 172,8 dB re 1 μPa^2 s que se acumulan durante el período de aumento gradual.

A modo de comparación para mostrar la influencia del aumento gradual, se calculó el SEL recibido y acumulado para la hipótesis teórica en que no se efectuara esa medida de mitigación. La **Figura 49** ilustra como sería el SEL recibido durante esos 40 minutos, pudiéndose apreciar como desciende sistemáticamente desde un valor máximo que se tendría si, con el receptor a una distancia de 1.000 metros del emisor, se comenzara a emitir sonido con la máxima potencia.

A su vez, la **Figura 50** muestra el SEL acumulado bajo esa hipótesis, que alcanzaría un total de 183,7 dB re 1 μPa^2 s, es decir, 4 dB mayor que con el aumento gradual. En este ejemplo se supera el valor de PTS LF, y queda claro que la mayor acumulación de SEL durante el período correspondiente al aumento gradual si se emitiera a plena potencia (que alcanza 182,0 dB re 1 μPa^2), termina provocando un mayor SEL total acumulado, por lo que una situación que con el aumento gradual no provocaría superación del PTS, podría superarlo si el aumento gradual hipotéticamente no se efectuara.

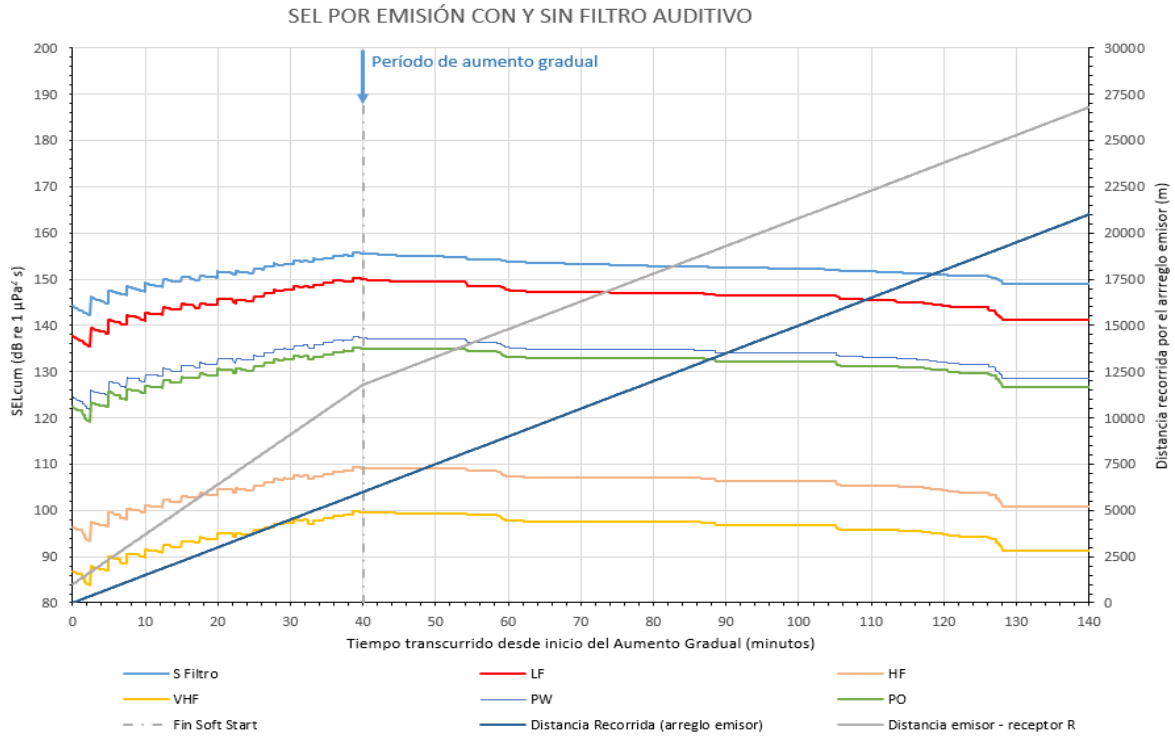


Figura 47. SEL recibido por cada emisión. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA)

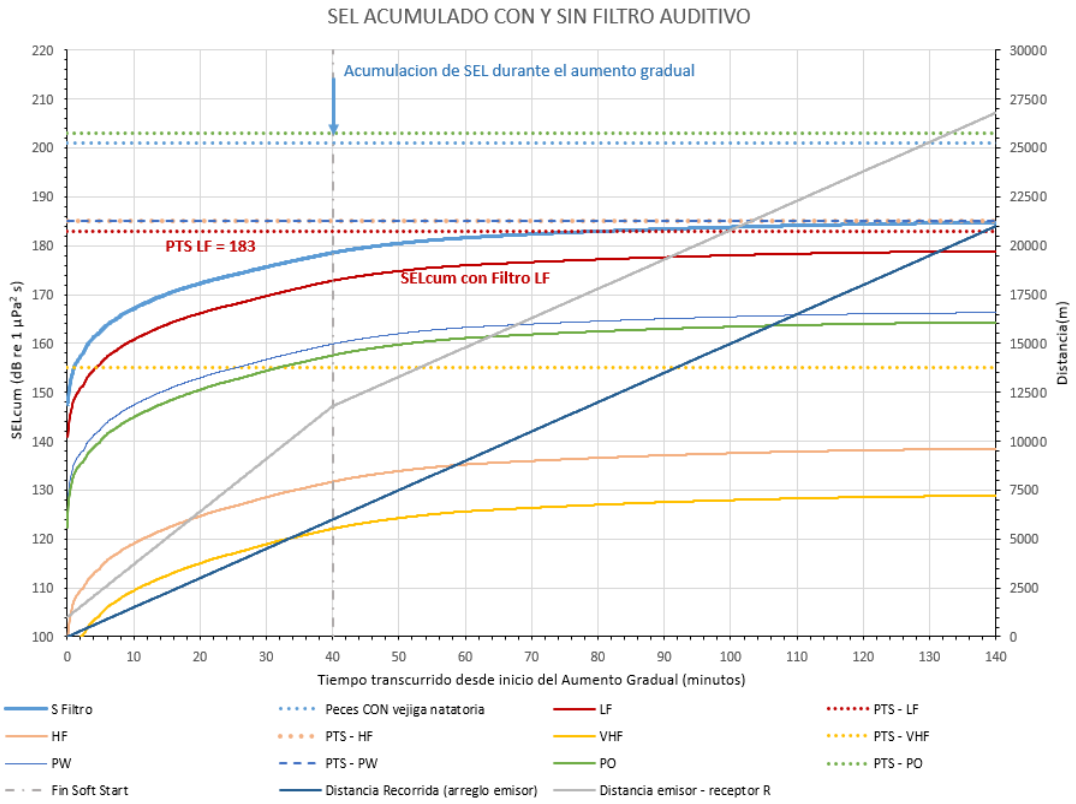


Figura 48. SEL acumulado. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA)

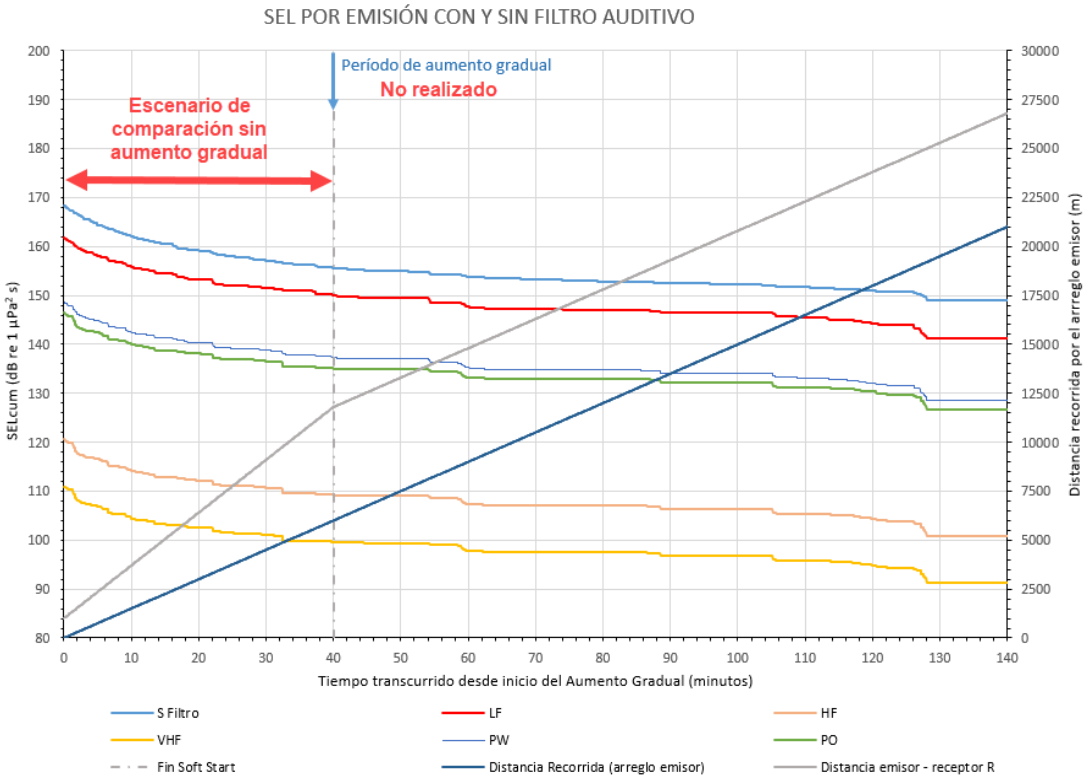


Figura 49. SEL recibido por cada emisión. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 80 de 134

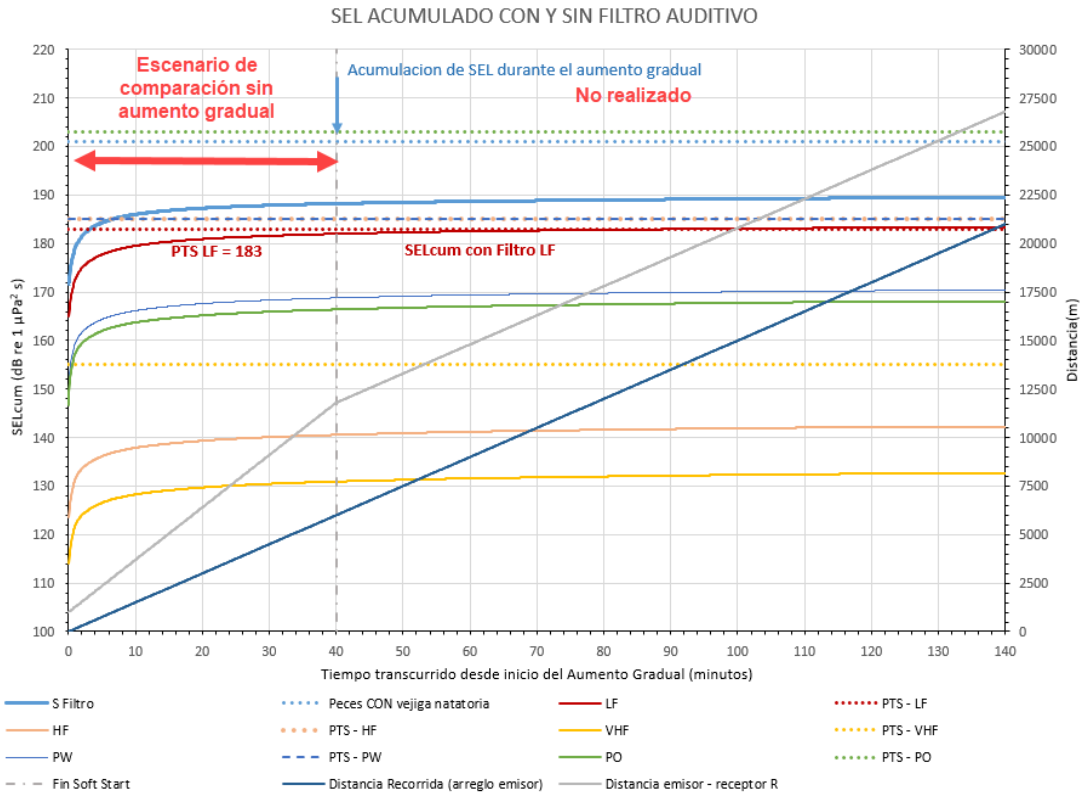


Figura 50. SEL acumulado. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180º a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)

6.11.1 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGÍA DE EMISIÓN DUAL

Para evaluar si la distancia de exclusión de 1.000 m surgida de la métrica SPL es suficiente para que no se supere el PTS para la métrica SELcum, se plantearon y analizaron diversos escenarios de interrelación entre el arreglo emisor y el receptor. Los escenarios más desfavorables planteados son los siguientes:

- E1: el receptor se encuentra justo en la línea de avance del arreglo al principio del aumento gradual (X_R = 1.000 m, Y_R = 0 m), y escapa perpendicularmente a la dirección de avance del arreglo (90º).
- E2: el receptor se encuentra en un punto perpendicular a la línea de avance del arreglo al principio del aumento gradual (X_R = 0 m, Y_R = 1.000 m), y escapa perpendicularmente a la dirección de avance del arreglo (90º).

Se consideró en ambos casos que la velocidad inicial es de 4 m/s durante 30 minutos, y de 2 m/s posteriormente, tal como se ha observado de acuerdo con los antecedentes citados en el Capítulo 7. Se consideró también un aumento gradual lento, alcanzándose la combinación 11 de las 22 que conforman el proceso en un lapso superior a la mitad de la duración de todo el proceso, el cual se indica en cada caso. Con estas hipótesis el SELcum obtenido no supera los valores de PTS para ninguno de los grupos auditivos, como se muestra a continuación.

Cualquier ángulo de escape en dirección contraria al avance del arreglo (>90º) genera un SELcum menor al obtenido con las hipótesis previas. Si bien hay también un rango de ángulos de escape en dirección al avance del arreglo (<90º) para los cuales no se supera el PTS LF (que es la condición más restrictiva), no se considera realista que el receptor mantenga esas trayectorias durante un tiempo prolongado, dado el comportamiento evasivo de los mamíferos marinos. Las figuras siguientes ilustran la acumulación del SEL para las diferentes condiciones ensayadas.

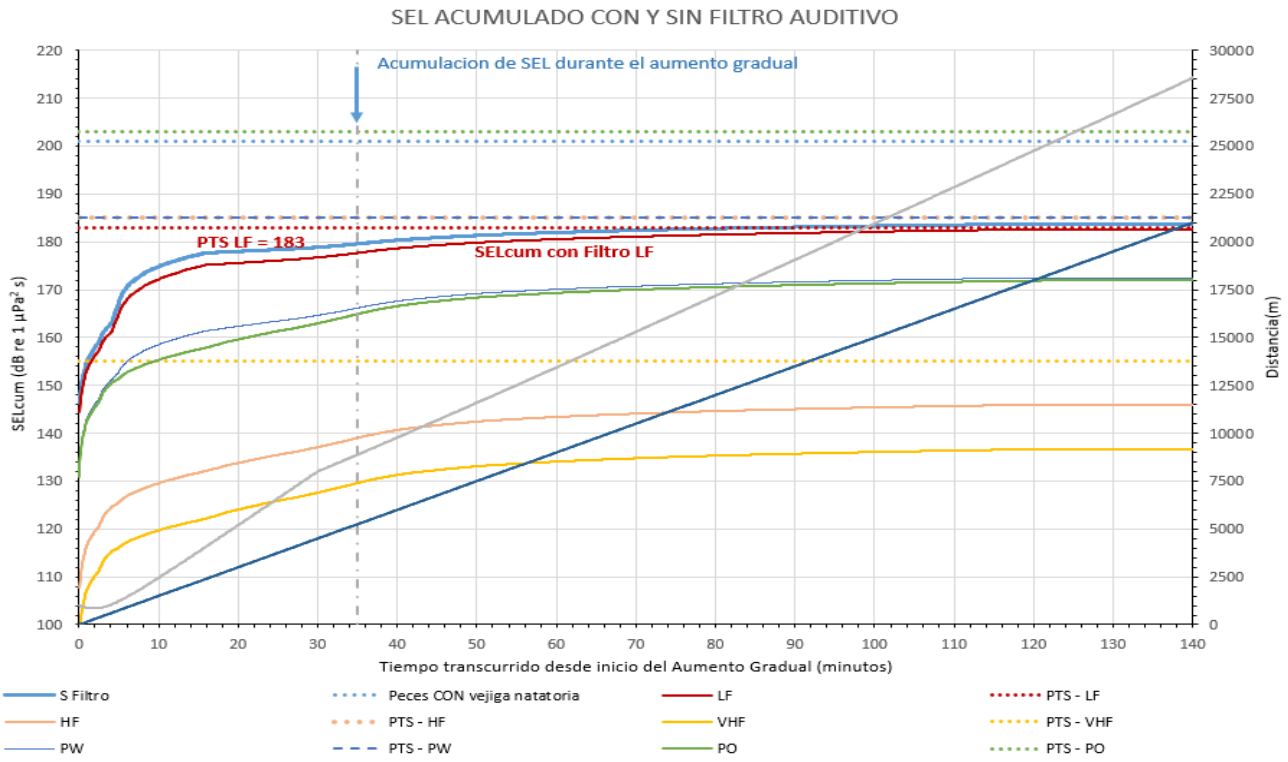


Figura 51. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0).

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

Página 82 de 134

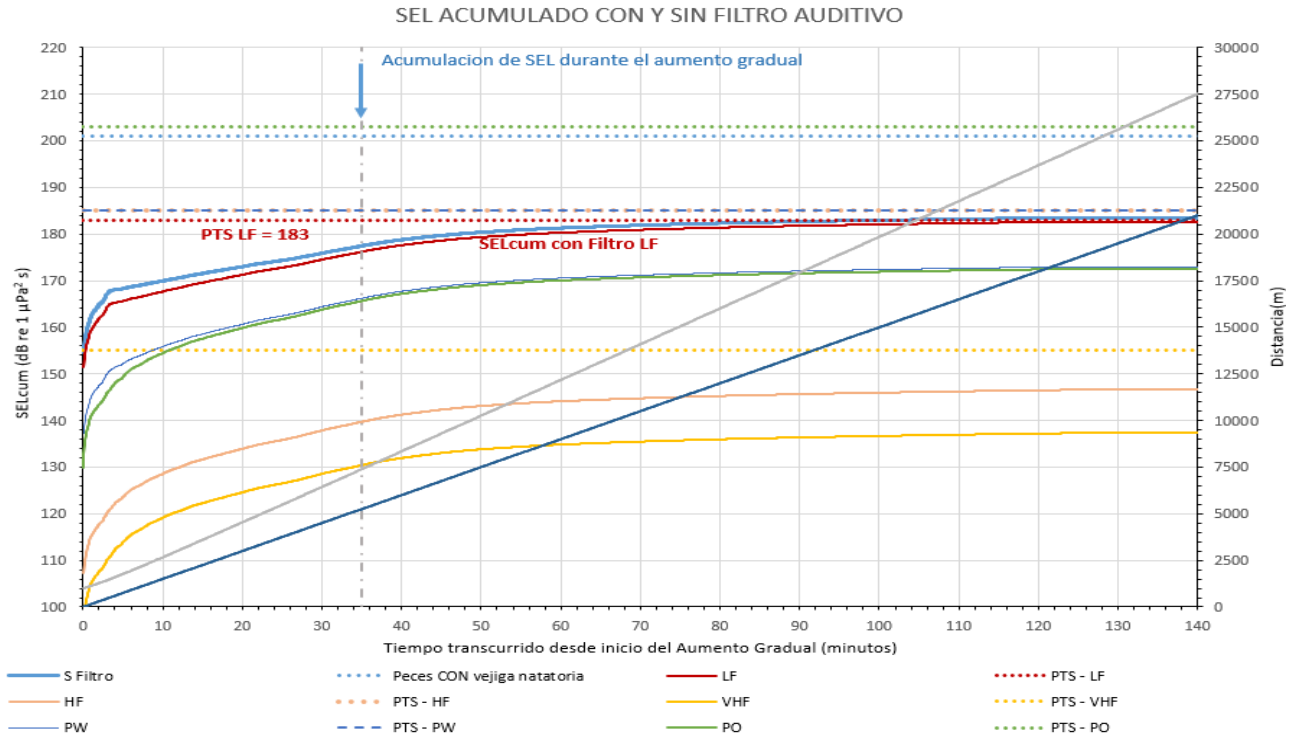


Figura 52. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0).

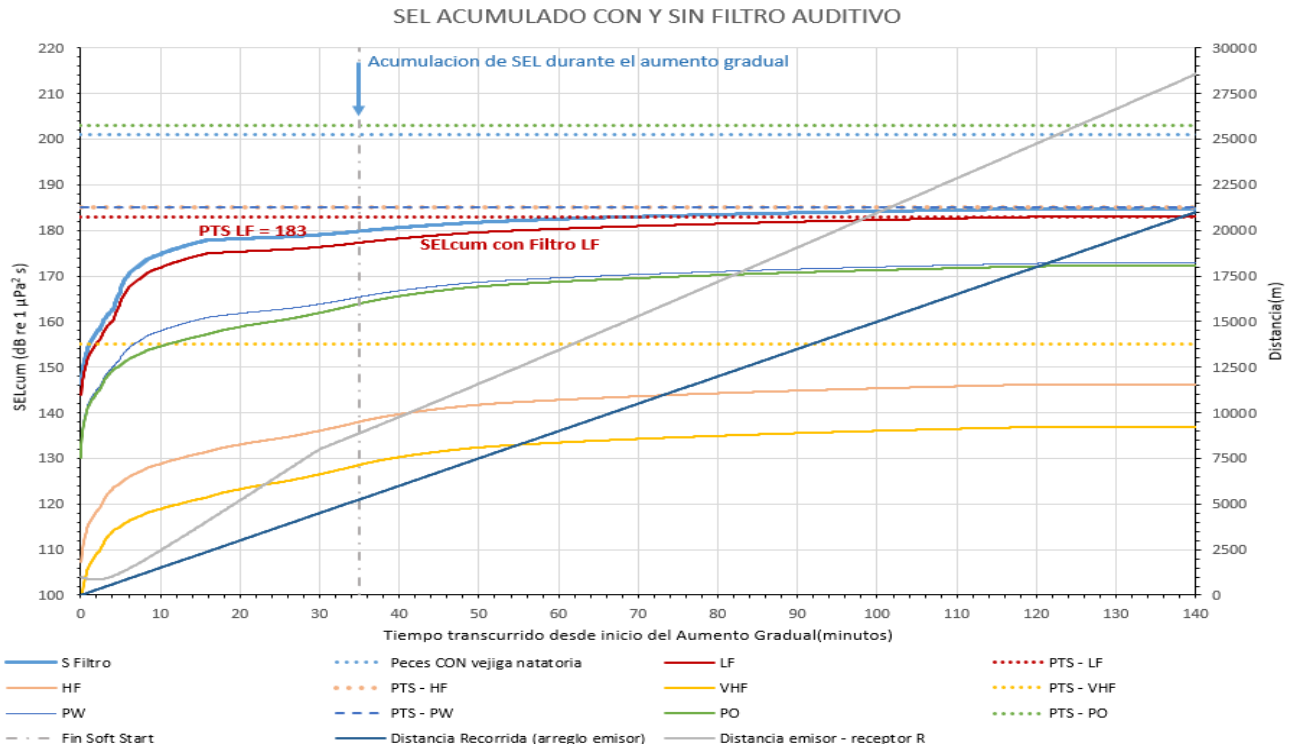


Figura 53. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8).

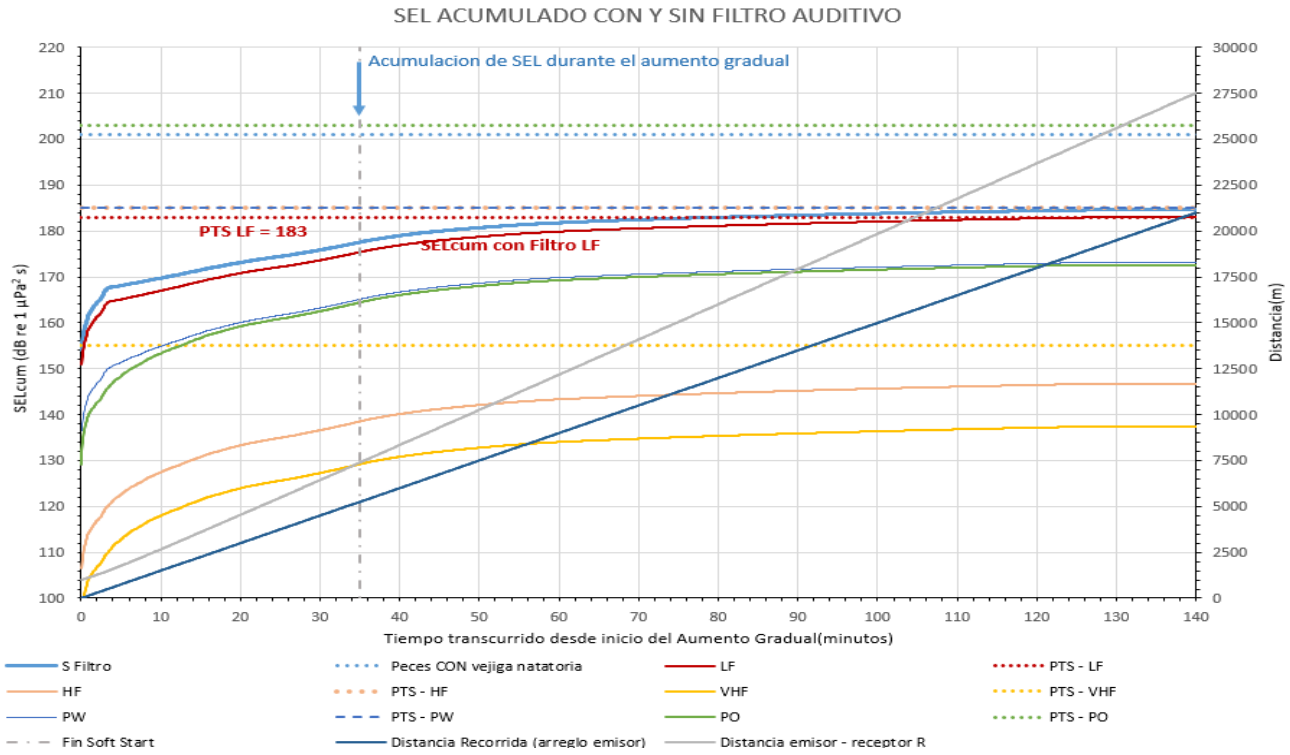


Figura 54. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad variable (BV8).

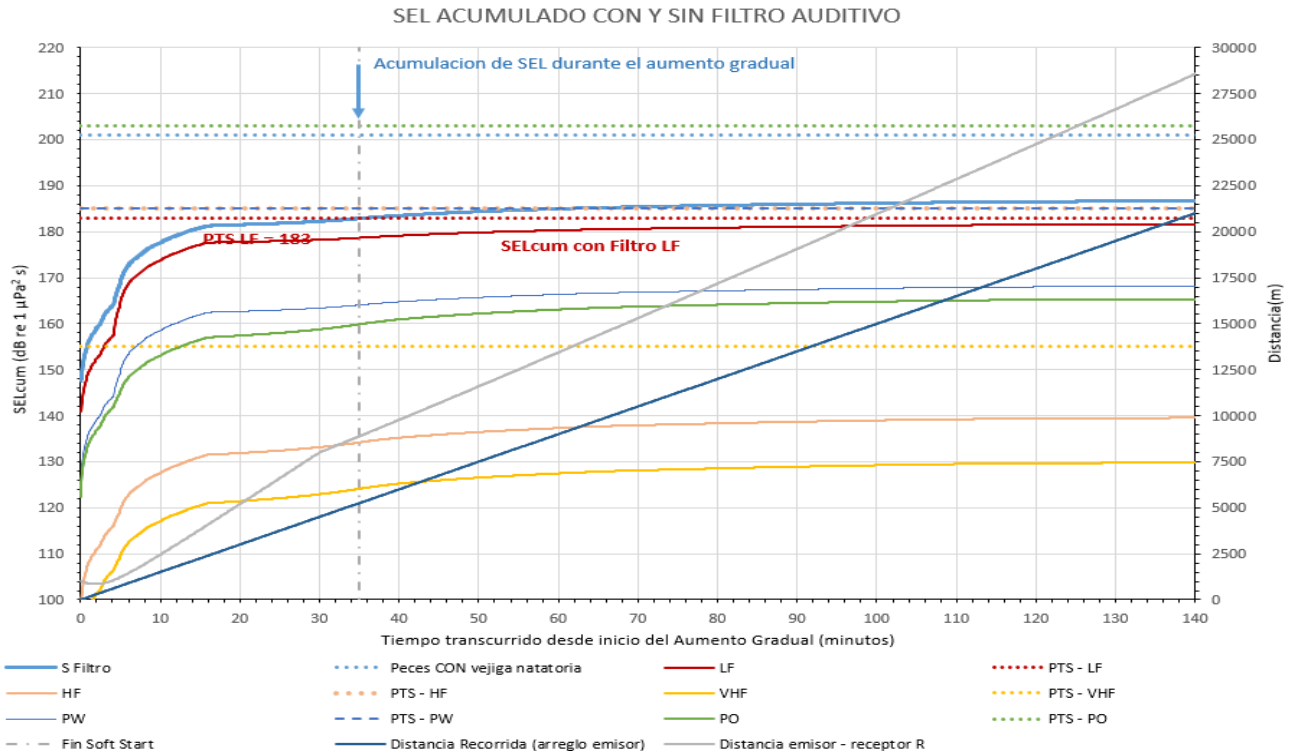


Figura 55. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad máxima Uniforme (BA).

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

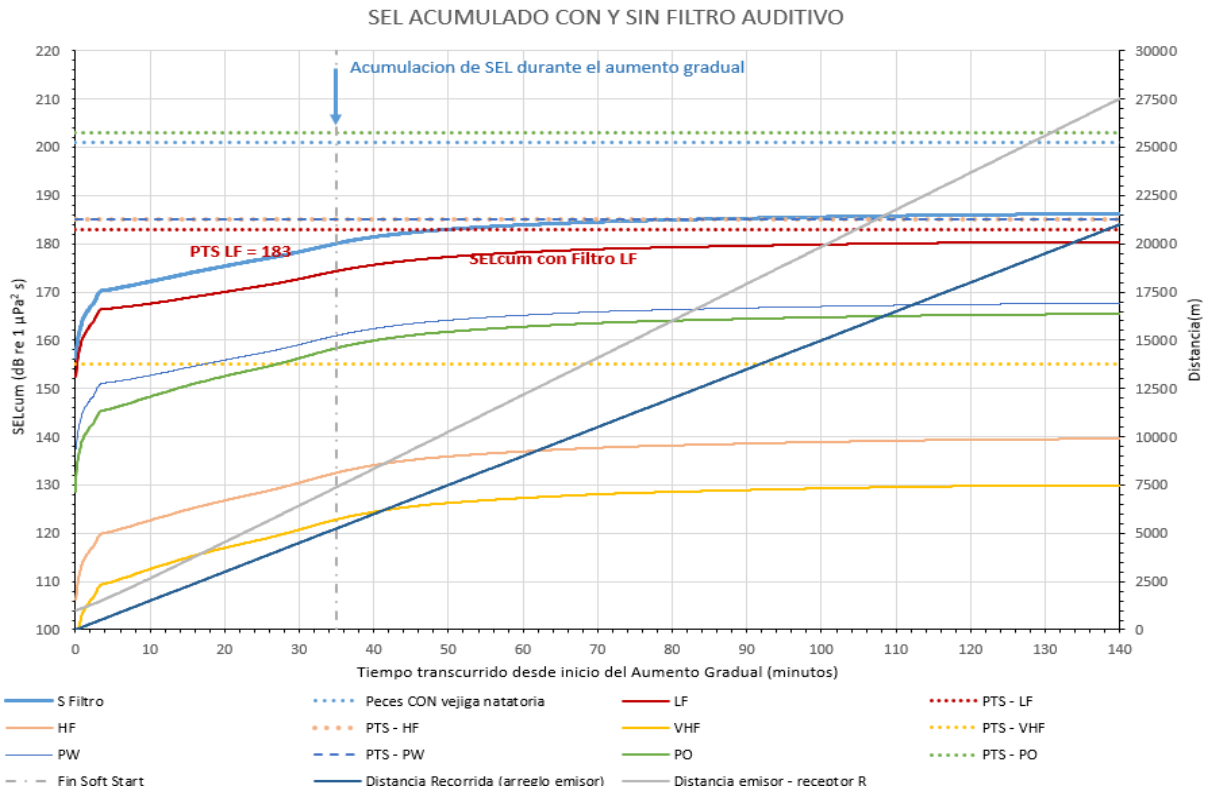


Figura 56. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima Uniforme (BA).

De la Tabla 10 a la Tabla 12 se presentan los valores de SELcum obtenidos bajo diferentes hipótesis de punto inicial y trayectoria del receptor, así como duración del aumento gradual, bajo las tres condiciones de profundidad analizadas. Las trayectorias del receptor se suponen perpendiculares a la línea de avance y arrancan a 1.000 m del punto de inicio del aumento gradual. Se incluyen los casos en que es suficiente con que la velocidad de escape sea de 2 m/s constante sin superar el valor de PTS LF (183 dB re 1 µPa^2 s), que en todos los casos es el más restrictivo. Los casos en los cuales el receptor se halla en la línea de avance del arreglo son las más exigentes, y con esta metodología de cálculo se debería considerar la hipótesis de una velocidad mayor (4 m/s) durante 30 minutos para obtener un SELcum LF inferior al límite de PTS. En caso de que las trayectorias tengan un ángulo mayor a 90º respecto a la línea de avance (es decir, el animal se aleje del emisor con un ángulo en sentido contrario a su dirección de avance), los valores de SELcum obtenidos son más bajos.

Se puede apreciar que la reducción de la duración del aumento gradual desde el máximo de 40 minutos al mínimo de 20 minutos implica un incremento en el SELcum con filtro LF superándose el PTS LF para mamíferos de baja frecuencia auditiva. Para el resto de los mamíferos marinos no se supera el umbral PTS y en general ni siquiera se supera el umbral TTS (con excepción de los Carnívoros Fócidos PW). Se analizaron duraciones menores del Aumento Gradual, encontrándose que para cumplir con la limitante de los mamíferos tipo LF el período de aumento gradual no debería ser inferior a 35 minutos conforme a esta conservativa metodología de emisión dual.

Por otra parte, la situación hipotética de no realizar aumento gradual conllevaría la superación del PTS LF en más de 8 dB según la profundidad, lo cual ilustra la importancia que tiene esa medida, para poder alejar a los mamíferos marinos antes de iniciar la emisión a plena potencia.

Tabla 10. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Dual.

8,5	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**187,6**	**185,9**	**147,7**	**138,3**	**174,7**	**173,6**
Diferencia PTS	-13,4	2,9	-37,3	-16,7	-10,3	-29,4
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**183,6**	**182,5**	**145,8**	**136,5**	**172,3**	**171,7**
Diferencia PTS	-17,4	-0,5	-39,2	-18,5	-12,7	-31,3
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**185,2**	**184,0**	**147,5**	**138,2**	**174,0**	**173,4**
Diferencia PTS	-15,8	1,0	-37,5	-16,8	-11,0	-29,6
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**183,7**	**182,6**	**146,0**	**136,7**	**172,5**	**171,9**
Diferencia PTS	-17,3	-0,4	-39,0	-18,3	-12,5	-31,1
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**193,6**	**191,3**	**151,3**	**141,8**	**179,0**	**177,2**
Diferencia PTS	-7,4	8,3	-33,7	-13,2	-6,0	-25,8
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**183,6**	**182,7**	**146,6**	**137,3**	**173,0**	**172,6**
Diferencia PTS	-17,4	-0,3	-38,4	-17,7	-12,0	-30,4
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**183,1**	**182,2**	**146,0**	**136,7**	**172,4**	**171,9**
Diferencia PTS	-17,9	-0,8	-39,0	-18,3	-12,6	-31,1
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	**184,6**	**183,7**	**147,5**	**138,3**	**174,0**	**173,5**
Diferencia PTS	-16,4	0,7	-37,5	-16,7	-11,0	-29,5
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**182,9**	**182,1**	**146,1**	**136,9**	**172,5**	**172,1**
Diferencia PTS	-18,1	-0,9	-38,9	-18,1	-12,5	-30,9
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	**184,4**	**183,5**	**147,4**	**138,2**	**173,8**	**173,4**
Diferencia PTS	-16,6	0,5	-37,6	-16,8	-11,2	-29,6

Tabla 11. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Dual.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**188,2**	**185,9**	**147,6**	**138,2**	**174,6**	**173,5**
Diferencia PTS	-12,8	2,9	-37,4	-16,8	-10,4	-29,5
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**184,6**	**182,9**	**146,1**	**136,8**	**172,7**	**172,0**
Diferencia PTS	-16,4	-0,1	-38,9	-18,2	-12,3	-31,0
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**185,9**	**184,0**	**147,3**	**138,0**	**173,9**	**173,3**
Diferencia PTS	-15,1	1,0	-37,7	-17,0	-11,1	-29,7
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**184,8**	**183,0**	**146,2**	**136,9**	**172,8**	**172,2**
Diferencia PTS	-16,2	0,0	-38,8	-18,1	-12,2	-30,8
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**193,7**	**191,0**	**150,8**	**141,3**	**178,5**	**176,6**
Diferencia PTS	-7,3	8,0	-34,2	-13,7	-6,5	-26,4
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**184,6**	**183,0**	**146,7**	**137,4**	**173,1**	**172,6**
Diferencia PTS	-16,4	0,0	-38,3	-17,6	-11,9	-30,4
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**184,2**	**182,6**	**146,2**	**136,9**	**172,7**	**172,2**
Diferencia PTS	-16,8	-0,4	-38,8	-18,1	-12,3	-30,8
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	**185,5**	**183,7**	**147,4**	**138,1**	**173,9**	**173,3**
Diferencia PTS	-15,5	0,7	-37,6	-16,9	-11,1	-29,7
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**184,1**	**182,5**	**146,3**	**137,0**	**172,8**	**172,2**
Diferencia PTS	-16,9	-0,5	-38,7	-18,0	-12,2	-30,8
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	**185,3**	**183,6**	**147,3**	**138,0**	**173,8**	**173,2**
Diferencia PTS	-15,7	0,6	-37,7	-17,0	-11,2	-29,8

Tabla 12. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima Uniforme (BA). Metodología de Emisión Dual.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**191,5**	**186,2**	**143,5**	**133,7**	**172,3**	**169,3**
Diferencia PTS	-9,5	3,2	-41,5	-21,3	-12,7	-33,7
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**187,5**	**182,0**	**140,1**	**130,4**	**168,6**	**165,9**
Diferencia PTS	-13,5	-1,0	-44,9	-24,6	-16,4	-37,1
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**188,3**	**182,5**	**141,1**	**131,4**	**169,3**	**166,9**
Diferencia PTS	-12,7	-0,5	-43,9	-23,6	-15,7	-36,1
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**188,4**	**182,6**	**141,2**	**131,6**	**169,5**	**167,1**
Diferencia PTS	-12,6	-0,4	-43,8	-23,4	-15,5	-35,9
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	**196,6**	**192,4**	**147,3**	**137,1**	**177,5**	**172,9**
Diferencia PTS	-4,4	9,4	-37,7	-17,9	-7,5	-30,1
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	**187,2**	**181,0**	**140,3**	**130,7**	**168,3**	**166,1**
Diferencia PTS	-13,8	-2,0	-44,7	-24,3	-16,7	-36,9
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	**188,0**	**181,9**	**141,0**	**131,4**	**169,1**	**166,8**
Diferencia PTS	-13,0	-1,1	-44,0	-23,6	-15,9	-36,2
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	**187,8**	**181,6**	**140,9**	**131,3**	**168,9**	**166,7**
Diferencia PTS	-13,2	-1,4	-44,1	-23,7	-16,1	-36,3

En los casos en que el receptor está a 1.000 m del punto de inicio del aumento gradual, pero perpendicular a la trayectoria del arreglo, el aumento gradual podría ser equiespaciado e incluso tener sólo 30 minutos de duración, si se considera la hipótesis de que el animal puede desarrollar una velocidad de escape de 4 m/s durante 30 minutos. En caso contrario, si la velocidad fuera 2 m/s todo el tiempo, se requiere que el ritmo de incremento de la emisión sea más lento, no superando la combinación 11 de las 22 en los primeros 25 minutos, y el resto en los 10 minutos siguientes, totalizando 35 minutos como máximo, según esta metodología de emisión dual.

En relación con los **peces**, se verifica que si se encontraran a 50 metros del arreglo en el momento de inicio del aumento gradual (mínima distancia evaluada) y en un punto perpendicular a la dirección de avance, aún cuando no se desplazaran de ese sitio, el movimiento del emisor generaría un SELcum 0,8 dB más bajo que el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 μPa^2 s (sin filtro auditivo) correspondiente a peces con vejiga natatoria (CON VN en la tabla).

En caso de encontrarse peces con vejiga natatoria en cercanías de la línea de relevamiento mientras que el mismo se está desarrollando a plena potencia, no se alcanzaría el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 μPa^2 s (SEL sin filtro auditivo), incluso en caso de hallarse a una distancia de 50 metros de la línea y permanecer estáticos mientras que el arreglo se acerca y aleja al punto de mínima distancia (situación poco probable puesto que los antecedentes indican que se produce comportamiento evasivo).

Esta situación se ilustra en la Figura 57 y la Figura 58 donde se ha simulado la acumulación del SEL para peces estáticos ubicados en el km 10 de la línea de relevamiento (se puede apreciar como la distancia R va disminuyendo y aumentando con el tiempo a medida que el arreglo se desplaza), en la zona de mínimas profundidades. Tampoco se alcanzaría el valor umbral para peces sin vejiga natatoria igual a 219 dB re 1 μPa^2 s (sin filtro auditivo).

Cabe recordar además, que la energía emitida en cercanías del arreglo es menor que la que surge de los cálculos de campo lejano, que es la que se evalúa en este estudio. Estos resultados sugieren que una afectación de los peces que implique potencialmente la mortalidad de estos se produciría en un entorno muy localizado alrededor del arreglo.

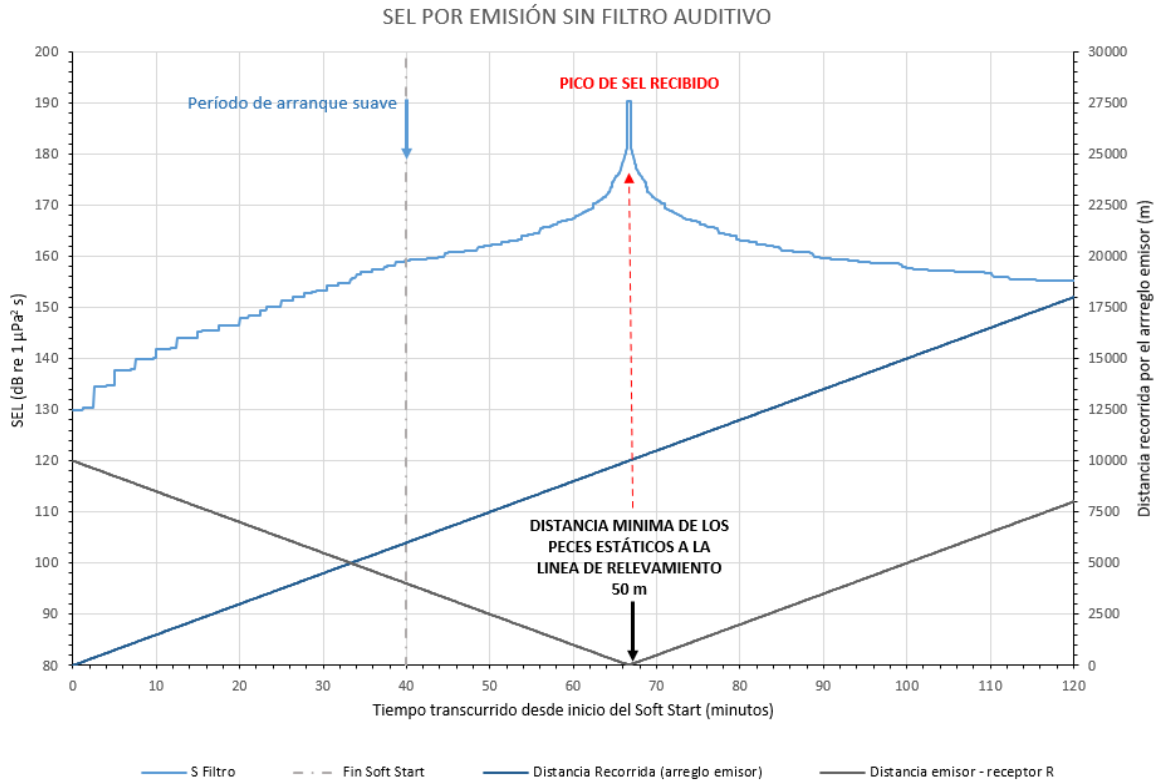


Figura 57. SEL recibido por emisión por peces, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).

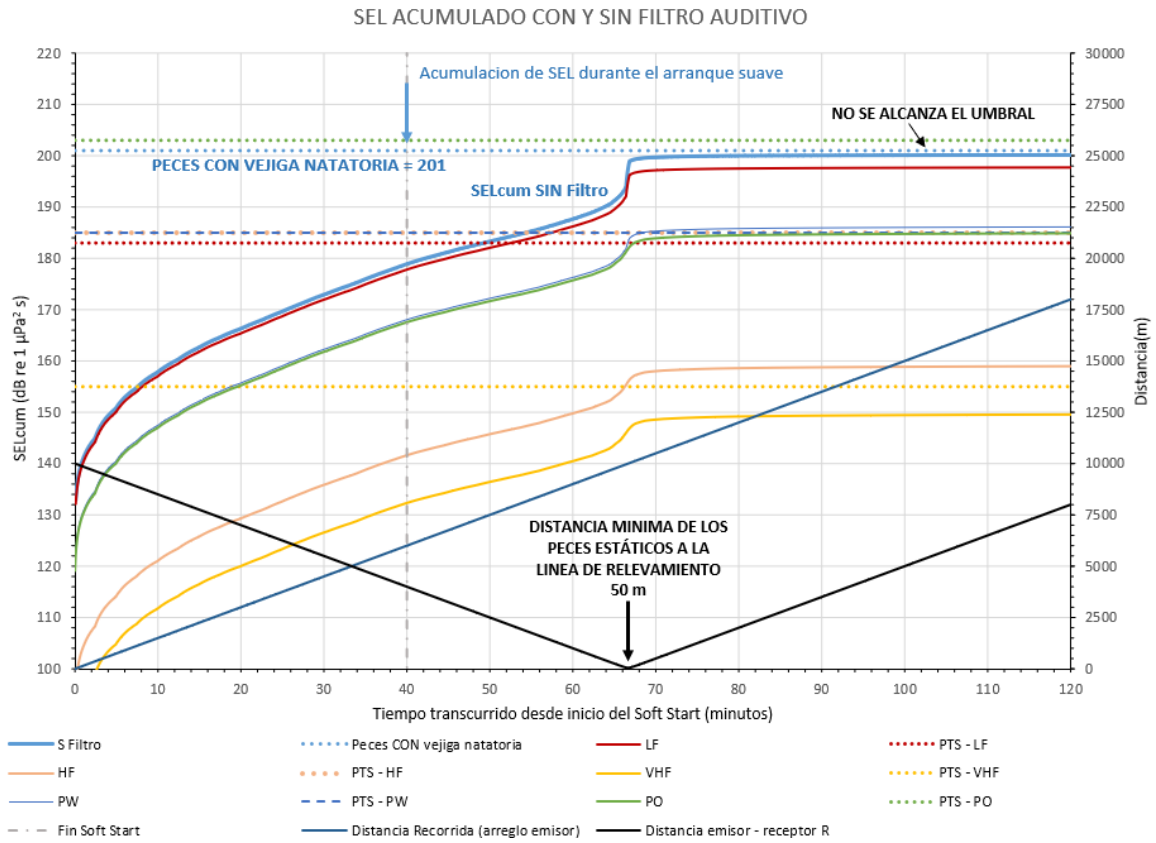


Figura 58. SEL acumulado igual al umbral de mortalidad potencial para peces con vejiga natatoria, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).

6.11.2 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGIA DE EMISIÓN INTERPOLADA (AZIMUT 0º-45º-90º)

Se presentan a continuación los resultados obtenidos empleando la metodología de Emisión Interpolada entre los Azimut 0º, 45º y 90º, la cual representa más adecuadamente que la metodología de emisión dual la variación angular de la energía sonora emitida por el arreglo.

De la Tabla 13 a la Tabla 15 se presentan los valores de SELcum obtenidos bajo diferentes hipótesis de punto inicial, trayectoria del receptor y duración del aumento gradual de la emisión, para cada una de las profundidades modeladas. En la Figura 59 a la Figura 65 se ilustran algunos de los casos simulados, a modo ilustrativo.

La condición más desfavorable es siempre aquella en la que el receptor está justo en la línea de avance, dado que el SEL acumulado se acerca más al PTS LF que cuando el receptor se halla ubicado transversalmente a ésta. Para las condiciones de profundidad mínima (B0) y variable (BV8) se logra obtener un valor de SELcum inferior al PTS LF considerando que el incremento de la emisión en el procedimiento de aumento gradual es temporalmente equiespaciado para cada combinación, con una duración mínima de 25 minutos y sin adoptar la hipótesis de que la velocidad inicial de escape es igual a 4 m/s. En cambio para la profundidad máxima (BA), al haberse adoptado un ángulo de emisión Dip de 80º, la energía sonora calculada es mayor, y para no superar el PTS LF, teniendo en cuenta una velocidad constante de escape de 1,5 a 2 m/s, resulta necesario considerar que el aumento gradual tiene una duración mínima de 30 minutos y además es más lento, alcanzando la combinación 10 de las 22 en 20 minutos.

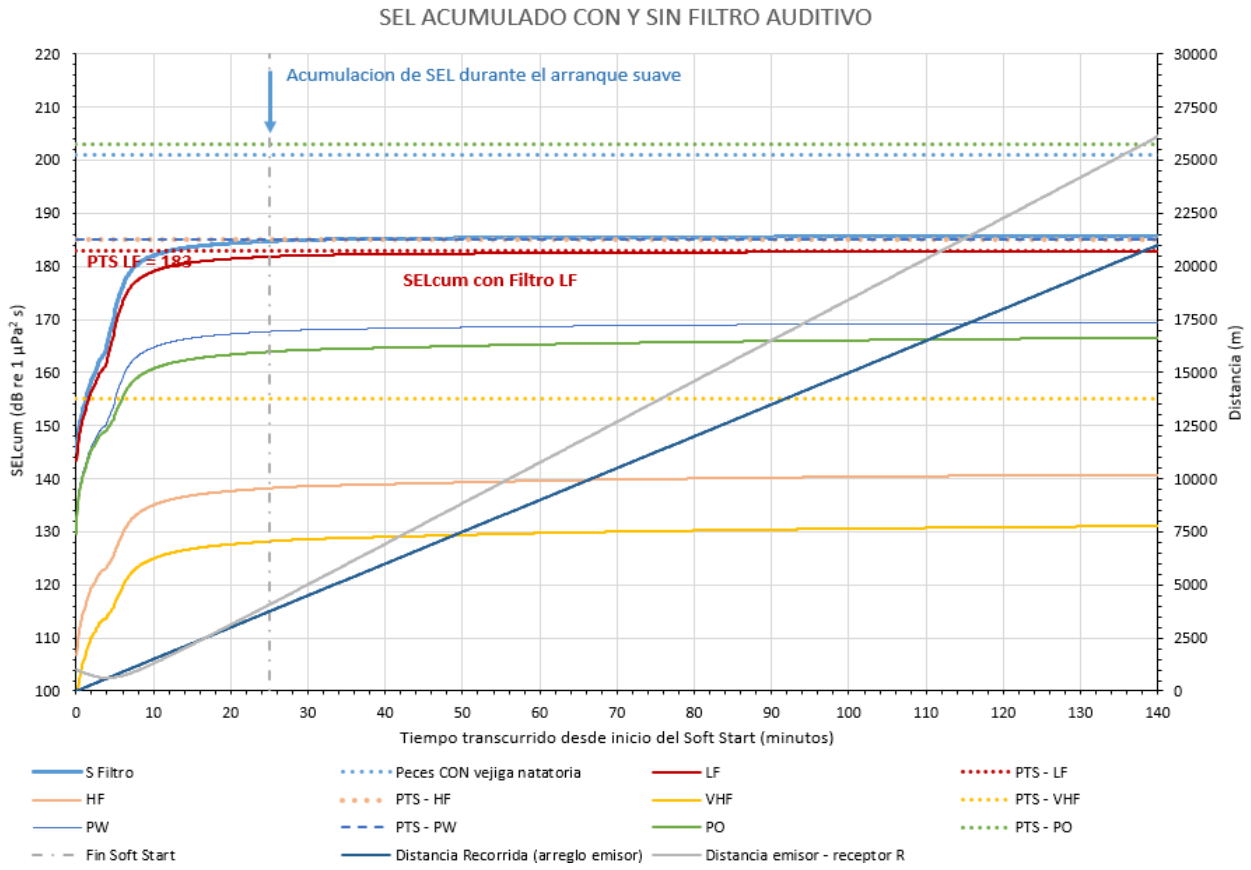


Figura 59. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 25 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0).

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

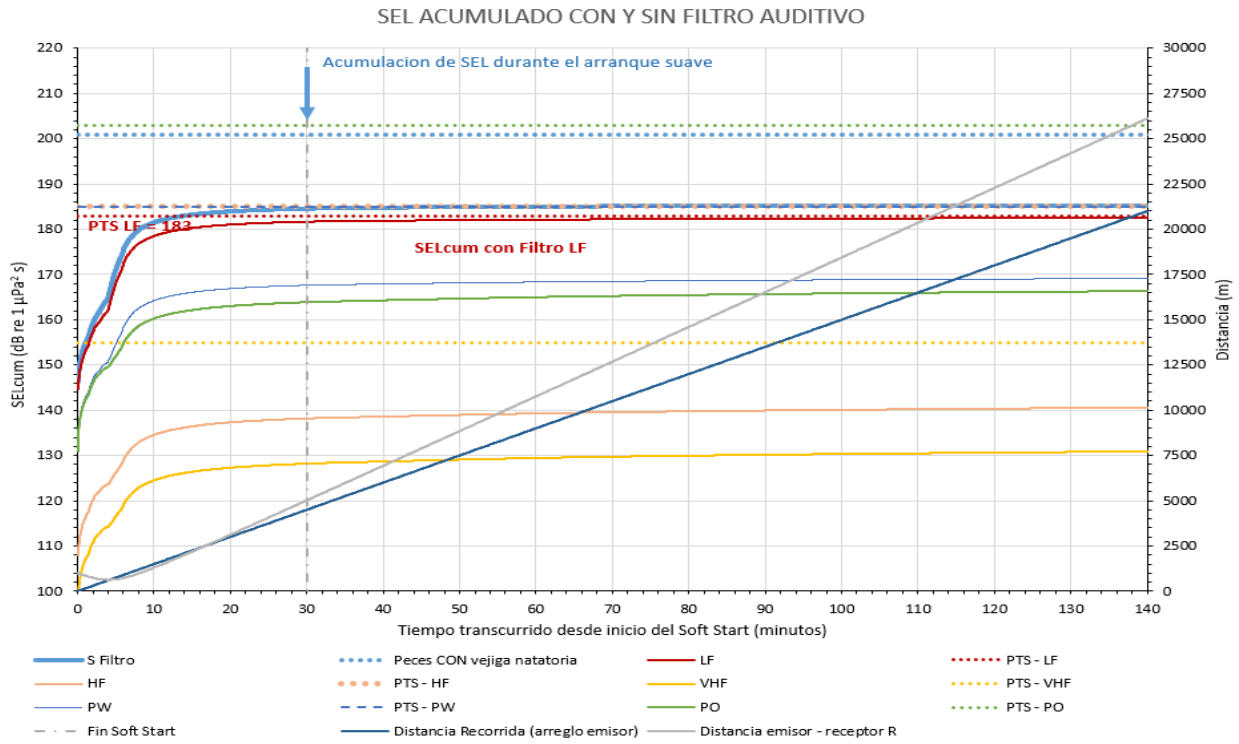


Figura 60. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad mínima Uniforme (B0).

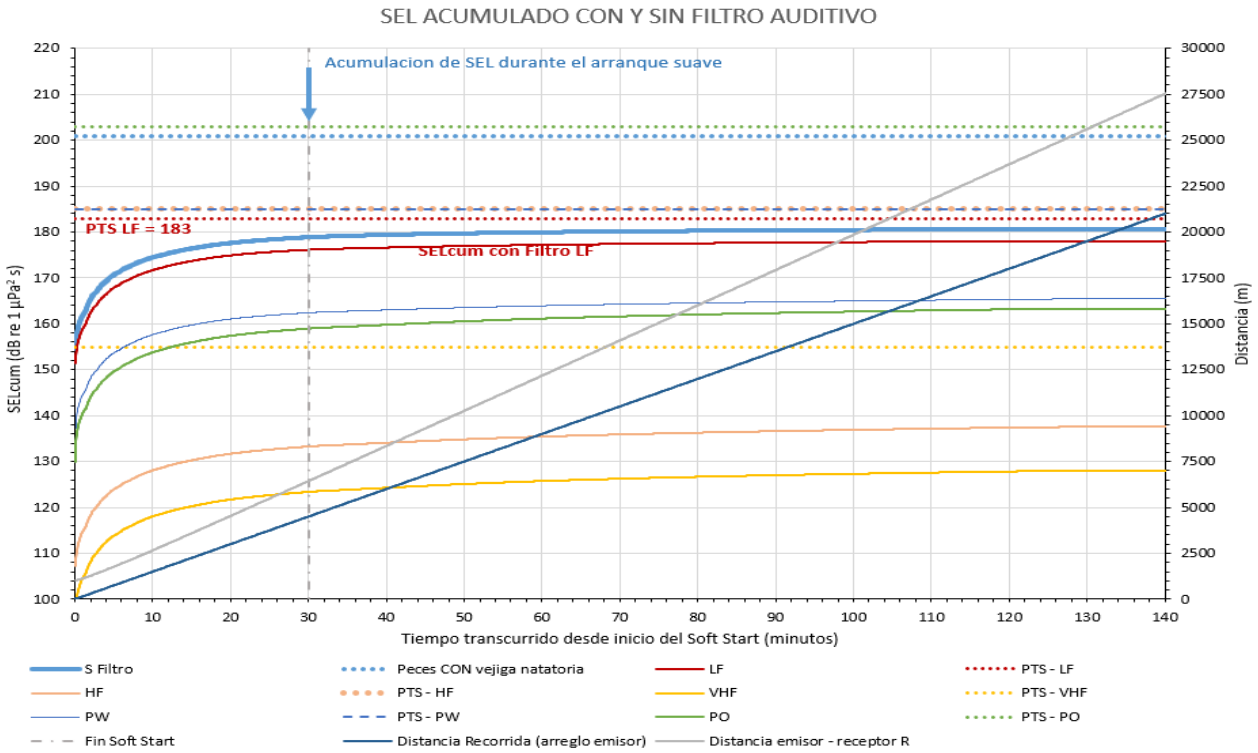


Figura 61. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0).

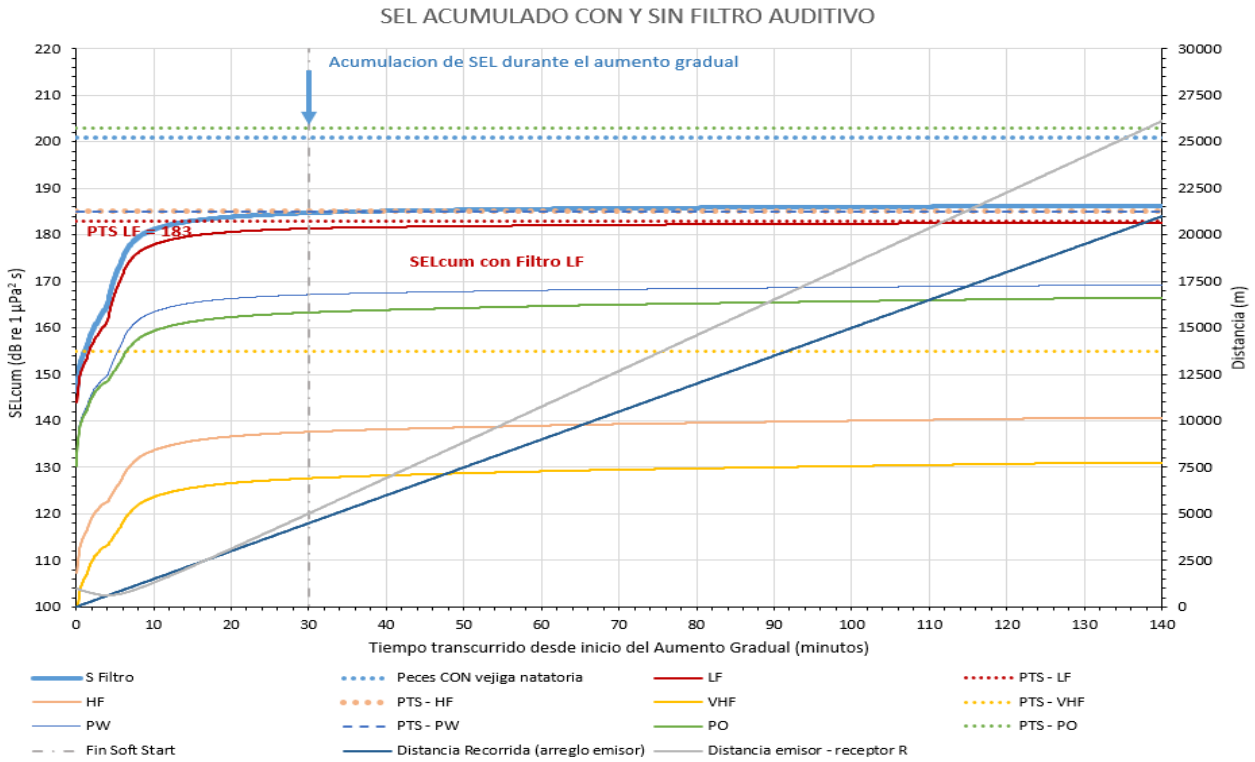


Figura 62. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8).

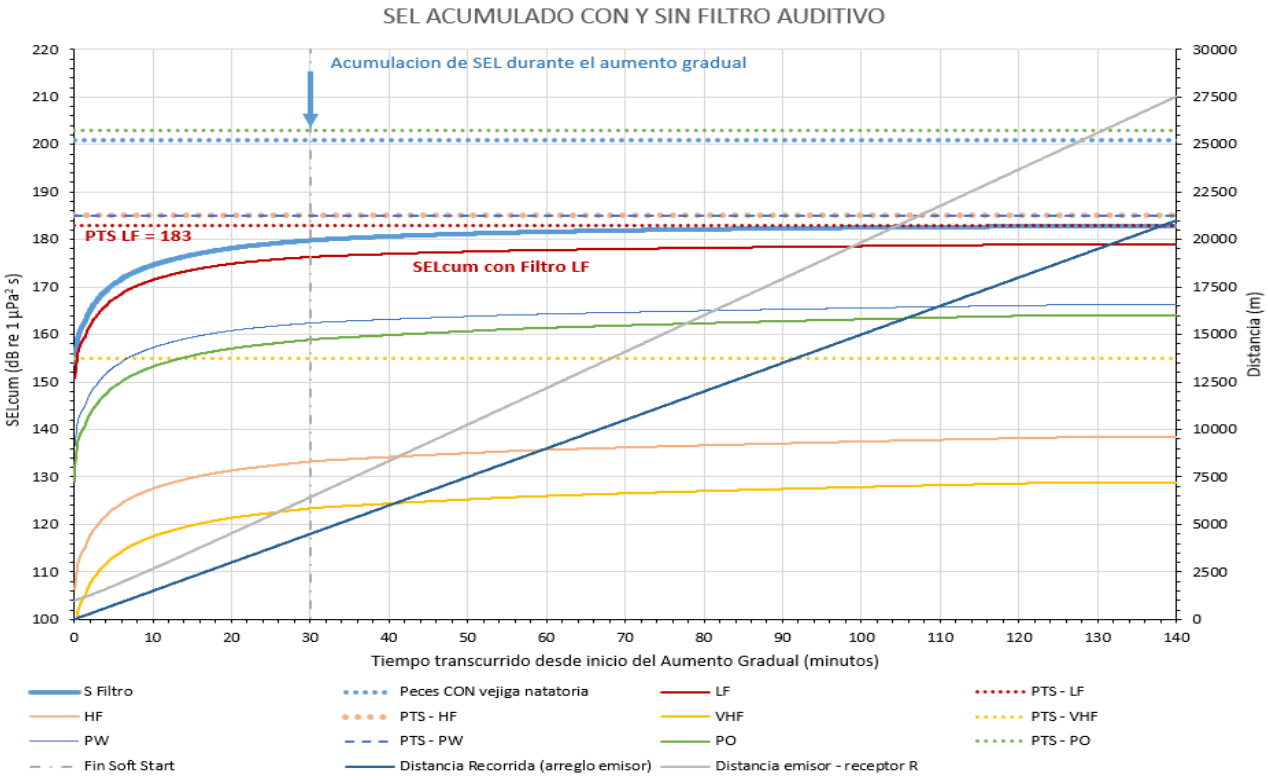


Figura 63. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90º. Profundidad variable (BV8).

Página 93 de 134

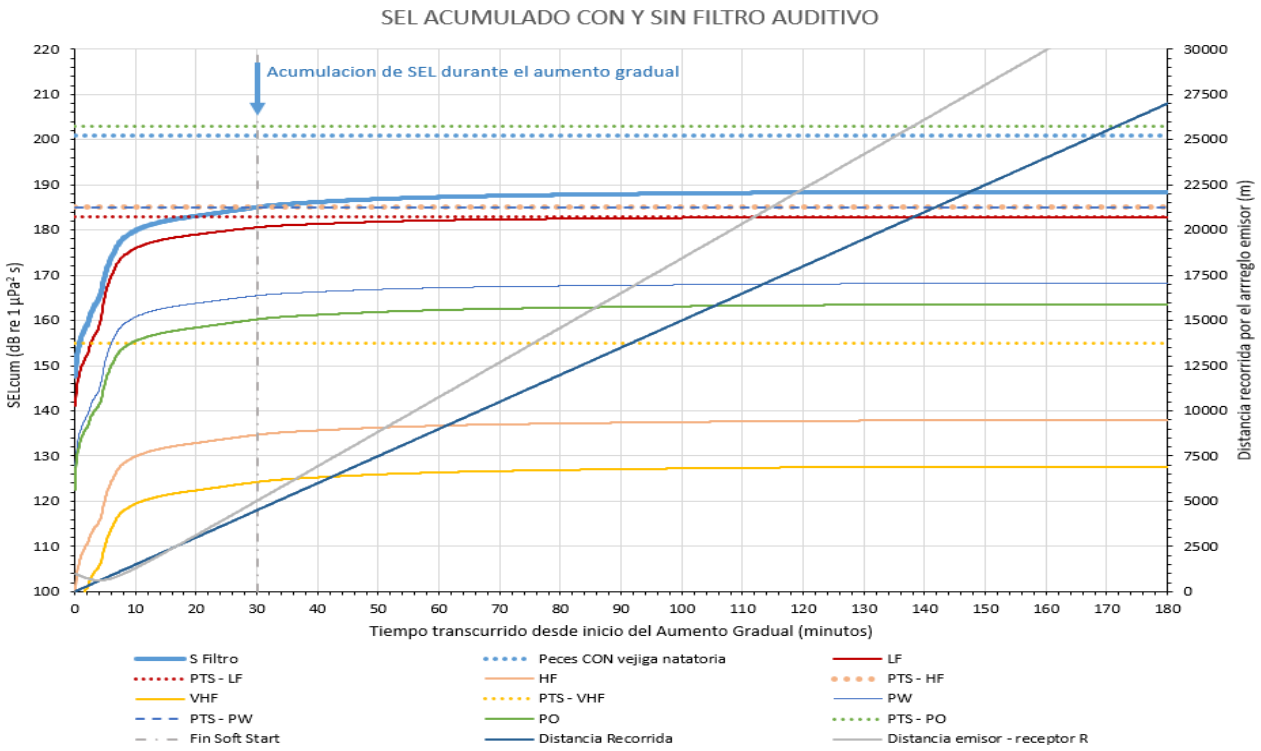


Figura 64. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA).

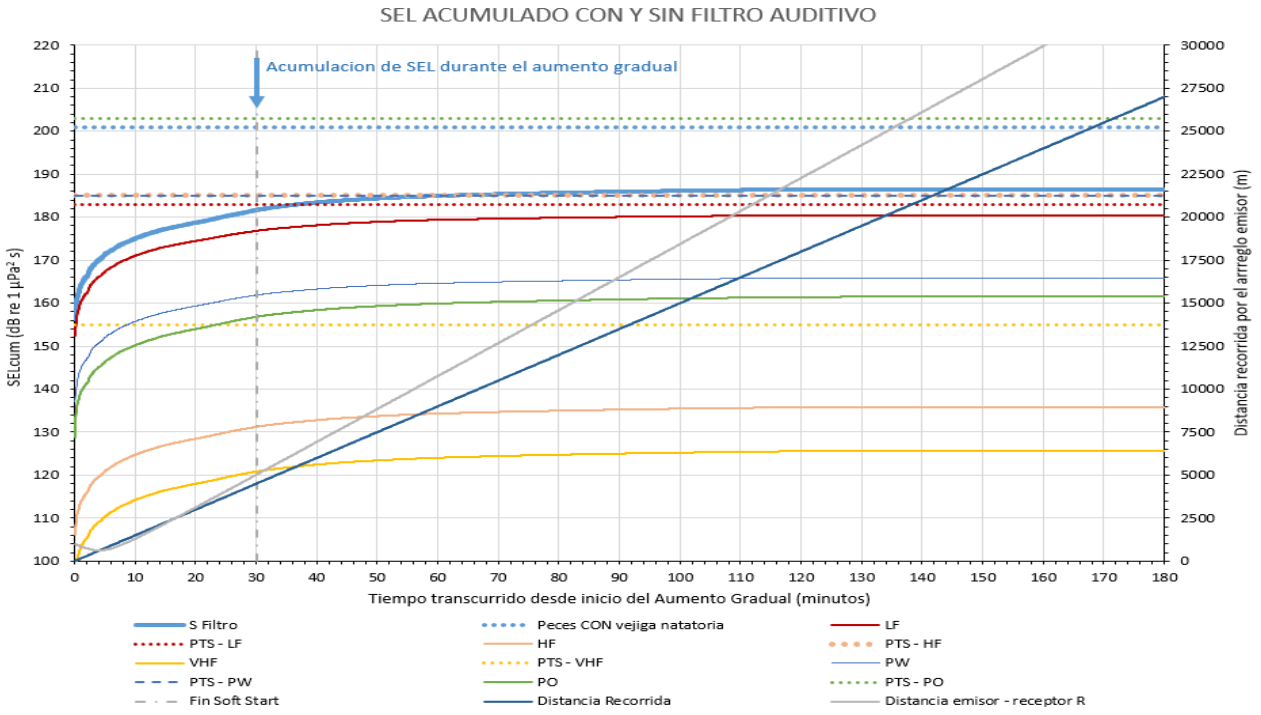


Figura 65. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90º. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA).

Tabla 13. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 20 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**188,1**	**185,3**	**142,6**	**132,8**	**171,5**	**168,3**
Diferencia PTS	-12,9	2,3	-42,4	-22,2	-13,5	-34,7
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**186,6**	**183,7**	**141,4**	**131,7**	**170,2**	**167,1**
Diferencia PTS	-14,4	0,7	-43,6	-23,3	-14,8	-35,9
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**185,3**	**182,5**	**140,5**	**130,8**	**169,1**	**166,3**
Diferencia PTS	-15,7	-0,5	-44,5	-24,2	-15,9	-36,7
Aumento gradual 40 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**183,4**	**180,6**	**139,3**	**129,6**	**167,5**	**165,0**
Diferencia PTS	-17,6	-2,4	-45,7	-25,4	-17,5	-38,0
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**180,7**	**178,1**	**137,5**	**128,0**	**165,4**	**163,3**
Diferencia PTS	-20,3	-4,9	-47,5	-27,0	-19,6	-39,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	**185,6**	**182,9**	**142,4**	**132,9**	**170,2**	**168,3**
Diferencia PTS	-15,4	-0,1	-42,6	-22,1	-14,8	-34,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	**181,0**	**178,7**	**140,0**	**130,6**	**167,1**	**165,8**
Diferencia PTS	-20,0	-4,3	-45,0	-24,4	-17,9	-37,2

Tabla 14. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 20 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**188,6**	**185,2**	**142,5**	**132,7**	**171,4**	**168,2**
Diferencia PTS	-12,4	2,2	-42,5	-22,3	-13,6	-34,8
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**187,3**	**183,8**	**141,5**	**131,8**	**170,2**	**167,2**
Diferencia PTS	-13,7	0,8	-43,5	-23,2	-14,8	-35,8
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**186,2**	**182,6**	**140,7**	**131,1**	**169,2**	**166,5**
Diferencia PTS	-14,8	-0,4	-44,3	-23,9	-15,8	-36,5
Aumento gradual 40 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**184,6**	**181,0**	**139,6**	**130,1**	**167,8**	**165,4**
Diferencia PTS	-16,4	-2,0	-45,4	-24,9	-17,2	-37,6
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**182,8**	**179,0**	**138,4**	**128,8**	**166,2**	**164,1**
Diferencia PTS	-18,2	-4,0	-46,6	-26,2	-18,8	-38,9
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	**186,4**	**182,9**	**142,5**	**133,0**	**170,3**	**168,3**
Diferencia PTS	-14,6	-0,1	-42,5	-22,0	-14,7	-34,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,0 m/s						
SELcum	**184,7**	**182,0**	**144,7**	**135,4**	**171,4**	**170,6**
Diferencia PTS	-16,3	-1,0	-40,3	-19,6	-13,6	-32,4

Tabla 15. Valores de SELcum (dB re 1 µPa² s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima uniforme (BA). Metodología de Emisión Interpolada.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	**183**	**185**	**155**	**185**	**203**
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**190,0**	**184,9**	**139,5**	**129,2**	**170,0**	**165,1**
Diferencia PTS	-11,0	1,9	-45,5	-25,8	-15,0	-37,9
Aumento gradual 35 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**189,2**	**184,0**	**138,7**	**128,4**	**169,1**	**164,3**
Diferencia PTS	-11,8	1,0	-46,3	-26,6	-15,9	-38,7
Aumento gradual 40 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**188,6**	**183,2**	**138,0**	**127,7**	**168,4**	**163,6**
Diferencia PTS	-12,4	0,2	-47,0	-27,3	-16,6	-39,4
Aumento gradual 25 minutos (Combinación 10 en 15 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**189,8**	**184,6**	**139,2**	**128,9**	**169,7**	**164,8**
Diferencia PTS	-11,2	1,6	-45,8	-26,1	-15,3	-38,2
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**188,5**	**182,9**	**137,9**	**127,6**	**168,1**	**163,5**
Diferencia PTS	-12,5	-0,1	-47,1	-27,4	-16,9	-39,5
Aumento gradual 35 minutos (Combinación 10 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	**187,5**	**181,7**	**136,9**	**126,7**	**167,0**	**162,5**
Diferencia PTS	-13,5	-1,3	-48,1	-28,3	-18,0	-40,5
Aumento gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**187,5**	**181,8**	**136,9**	**126,7**	**167,1**	**162,5**
Diferencia PTS	-13,5	-1,2	-48,1	-28,3	-17,9	-40,5
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	**186,5**	**180,5**	**135,8**	**125,6**	**165,9**	**161,5**
Diferencia PTS	-14,5	-2,5	-49,2	-29,4	-19,1	-41,5
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,5 m/s						
SELcum	**188,8**	**182,9**	**138,9**	**128,9**	**168,6**	**164,7**
Diferencia PTS	-12,2	-0,1	-46,1	-26,1	-16,4	-38,3
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,5 m/s						
SELcum	**187,0**	**180,7**	**137,1**	**127,1**	**166,5**	**162,8**
Diferencia PTS	-14,0	-2,3	-47,9	-27,9	-18,5	-40,2

6.12 CONCLUSIONES

A lo largo del proceso de cálculo de las distancias de exclusión a ser respetadas previo al inicio del Aumento Gradual se ha desarrollado una intensa y detallada evaluación de las condiciones de emisión y recepción del sonido en el área de estudio.

En primer lugar se ha efectuado un análisis de sensibilidad de las pérdidas por transmisión en varios puntos del área de estudio, elegidos a fin de representar diferentes profundidades y corrientes marinas.

Los parámetros que influyen en la transmisión del sonido en el agua (densidad y celeridad) fueron seleccionados considerando los perfiles verticales de salinidad y temperatura del agua en estos puntos para diferentes estaciones del año (ver Anexo I), y se seleccionó la época más conservativa (menores Pérdidas por Transmisión). Se ha verificado que no se modifican significativamente las Pérdidas por Transmisión según las características de los perfiles oceanográficos empleados (velocidad del sonido y densidad del agua), habiéndose seleccionado la condición globalmente más conservativa, correspondiente a la estación Primavera, la cual cubre permite tener una amplia flexibilidad en cuanto a los meses de realización de los relevamientos.

En cuanto a la propagación y reflexión del sonido en el lecho marino, los puntos analizados comprenden diversas combinaciones de suelos en la capa superficial y en la capa subyacente. El análisis de sensibilidad (que se presenta en el Anexo II) se realizó empleando 5 frecuencias indicativas, separadas en octavas, a los efectos de barrer el rango de mayores emisiones del espectro del arreglo.

Adicionalmente, se evaluó la influencia de la variación de las profundidades del lecho en la transmisión del sonido, analizando perfiles o transectas batimétricas cercanas a la costa para las cuales el gradiente de profundidad es significativo Se concluyó que uno de estos perfiles (el número 8) podría ser más conservativos que las obtenidas para otros puntos en las modelizaciones con profundidad constante, por lo que se mantuvo su análisis en todo el proceso.

A partir de este análisis se seleccionaron dos puntos de profundidad constante como los más conservativos, uno en bajas profundidades y otro en la zona más profunda, además del perfil de profundidad variable. Se realizaron además análisis de sensibilidad adicionales variando los parámetros que describen las características de transmisión del sonido en el lecho y los espesores de las capas de suelos, seleccionando a su vez aquellas combinaciones que resultaron más conservativas.

Se calcularon las pérdidas de transmisión mínimas en toda la columna de agua y para cada distancia al arreglo en pasos de un metro en ambas direcciones, para frecuencias por tercios de octava desde la frecuencia de corte para la cual el sonido no se transmite en estas profundidades, y se aplicaron a los espectros de emisión del arreglo que se empleará, considerando diferentes ángulos de emisión con respecto a la dirección de avance de éste (0º, 45º y 90º) y diferentes ángulos respecto a la vertical, a fin de obtener los máximos valores posibles de los indicadores SPLpeak y SEL que podrían alcanzar a los animales receptores.

Este proceso permite aplicar los criterios de métrica dual propuestos por Southall (2019) para obtener las distancias en que se superarían los valores de SPLpeak sin filtrar y de SEL acumulado correspondientes a los umbrales de afectación (PTS). En cuanto al SEL, se siguieron los procedimientos de filtrado por frecuencia correspondientes a los audiogramas de las diferentes especies de mamíferos marinos, mientras que se consideró el valor sin filtrar para evaluar la afectación de los peces.

Página 98 de 134

Las distancias de exclusión de mamíferos marinos para iniciar el procedimiento de aumento gradual obtenidas mediante el empleo del criterio de métrica dual propuesto por Southall (2019) resultan de 800 metros. La distancia obtenida es superior a los 500 metros que son un estándar habitual empleado en la industria conforme a las recomendaciones usuales (JNCC, 2017), pero inferior a los 1.000 m requeridos por la normativa de aplicación nacional.

Esta distancia surge del criterio de SPLpeak sin filtrar, siendo limitante el valor de PTS – VHF (grupo de cetáceos de frecuencias auditivas muy altas).

Cabe destacar que el valor obtenido ha sido alcanzado seleccionando las condiciones de profundidad y características del medio más conservativas en cuanto a las Pérdidas por Transmisión del sonido.

El criterio de SELcum se aplicó para verificar si la distancia de exclusión antes obtenida resulta suficiente para evitar la superación de los umbrales de PTS para alguno de los grupos auditivos. A los efectos de cumplir con la normativa nacional, la distancia inicial de exclusión al inicio del Aumento Gradual que se adoptó es de 1.000 metros.

Considerando el cumplimiento de los procedimientos de aumento gradual la situación más restrictiva en cuanto al PTS para el SEL acumulado se produce para los Cetáceos de frecuencias bajas (LF). Este grupo comprende todos los cetáceos del orden Mysticeti (en particular las ballenas).

Cabe destacar que para todas las demás especies de Cetáceos de frecuencias auditivas altas HF y muy altas VHF así como para todos los Pinnípedos (PW y PO) la acumulación de SEL se encuentra entre unos 10 y 45 dB por debajo de los umbrales de PTS, e incluso por debajo del TTS, por lo que no se prevé que sean afectados significativamente por la prospección.

Se analizó el efecto de variar la duración del procedimiento de Aumento Gradual de la emisión entre el valor mínimo de 20 minutos y el máximo de 40 minutos, verificándose que a medida que se incrementa esta duración la acumulación de SELcum es inferior.

El análisis del SELcum se realizó aplicando dos procedimientos diferentes, uno de los cuales, denominado de Emisión Dual, sólo considera los espectros de emisión para Azimut 0º (en el sentido de avance del arreglo) y 90º (perpendicular al mismo) que es mucho más intenso, mientras que el procedimiento de Emisión Interpolada incluye el espectro de emisión para Azimut 45º (transversal al avance), el cual posee menor intensidad que los otros dos.

En todos los casos, la hipótesis de trayectoria del receptor que resulta más exigente es aquella en la que éste se encuentra a 1.000 m del arreglo en el momento de inicio del aumento gradual, exactamente en la línea de avance del arreglo, por lo cual la fuente de emisión se va aproximando al animal receptor a medida que pasa el tiempo, de modo que durante el escape la distancia emisor – receptor se incrementa más lentamente que en otras hipótesis. Las demás posibilidades de posición inicial del receptor en las cuales éste tiende a escapar alejándose del arreglo resultan mucho menos restrictivas, y en particular si el mismo se encuentra ubicado inicialmente a 1.000 m pero en una posición perpendicular a la trayectoria del arreglo, no se generan condicionamientos en relación con la forma en que se debe realizar el aumento gradual de la emisión.

Del procedimiento de Emisión Dual, que es el más conservativo, surge que sería necesario que la duración del aumento gradual sea de al menos 35 minutos, pero alcanzando a los 25 minutos sólo la combinación 11 de las 22 combinaciones de fuentes que conforman el proceso (con un volumen de 540 cu.in. - 8,85 litros), y si el receptor se encuentra en la línea de avance del arreglo, debería tener una velocidad de escape inicial de 4 m/s durante 30 minutos, la cual si bien conforme a la bibliografía se considera factible para un animal de tipo auditivo LF como una ballena, resulta relativamente elevada.

La aplicación del procedimiento de Emisión Interpolada, que se considera más realista puesto que tiene en cuenta más adecuadamente la variabilidad de la energía emitida según el azimut entre el arreglo y el receptor, permite obtener resultados con un SELcum inferior al PTS LF, considerando una duración del procedimiento de aumento gradual de 30 minutos, y sin exceder los 2 m/s de velocidad de escape del receptor. Se ajustó la progresión inicial de la emisión de las combinaciones de fuentes, alcanzando la combinación 10 con un volumen de 480 cu.in. (7,87 litros) a los 20 minutos, lo cual si bien es una adecuación del procedimiento que sólo sería necesario cuando el receptor está a 1.000 m en la dirección de avance del arreglo, sería empleado preferentemente en todos los procesos de aumento gradual.

A partir de los estudios realizados y en relación con los mamíferos marinos se puede concluir que:

- La distancia de exclusión de 1.000 m requerida por las regulaciones nacionales aplicables es suficiente como parte de las medidas de mitigación.
- La duración mínima del procedimiento de aumento gradual de la emisión es de 30 minutos según la metodología de cálculo del SELcum que se considera más realista, con el condicionamiento de que la combinación 10º de fuentes se debe activar recién a los 20 minutos de iniciado el proceso.

En relación con la métrica del SELcum, los peces con vejiga natatoria pueden encontrarse a 50 m del arreglo cuando comienza el aumento gradual, y si quedaran estáticos en ese lugar a medida que el buque se aleja, no se superaría el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 μPa^2 s. Si estuviesen justo cerca de una línea de prospección y no se movieran cuando pasa el arreglo emitiendo a máxima potencia (lo cual es poco probable que ocurra pues se han documentado comportamientos evasivos), tampoco se superaría el umbral de mortalidad potencial si la distancia al arreglo fuese igual a 50 m. Esto es válido también para los peces sin vejiga natatoria cuyo umbral de mortalidad potencial para SELcum es mayor (219 dB re 1 μPa^2 s). Se recuerda que mediante modelación se analizaron distancias a partir de los 50 m desde el arreglo, puesto que muy cerca del arreglo los valores del SEL y del SPL son inferiores a los estimados a partir del campo lejano, y el cálculo de la propagación de algunas frecuencias es poco preciso.

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

En conclusión, la afectación de los peces por parte de la prospección es muy improbable y en caso de ocurrir sería muy limitada y localizada.

7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

7.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

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

Según el proyecto "Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina" existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, 2008). Por un lado, aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y procesos de recolonización. Por otro lado, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, también pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son vulnerables a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies clave o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole natural, siendo necesario incorporar a la identificación de áreas sensibles criterios que permitan considerar la sensibilidad también desde el punto de vista antrópico. Por lo cual, a lo largo del Capítulo 5 (Línea de Base Ambiental), a través de la recopilación y análisis de información antecedente de diversas fuentes científico-técnicas, se expuso una descripción detallada de los diversos componentes del ambiente en el cual se prevé desarrollar el proyecto.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de las acciones asociadas a un proyecto determinado. Para el caso del estudio dicha susceptibilidad se relaciona con las actividades de adquisición sísmica. De la interrelación de estos dos aspectos a continuación se presenta el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de influencia y en el marco del presente proyecto.

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 Análisis de Sensibilidad Ambiental. 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.

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el área de influencia definida para el presente trabajo en el Capítulo 5.

Página 101 de 134

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

El análisis permite también destacar la existencia de zonas localizadas en el área de influencia del proyecto que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada (Figura 66).

Si bien dentro del Área de Adquisición de datos sísmicos no queda comprendida ningún área natural protegida (ANP) terrestre, se destaca por su cercanía a la zona del proyecto, la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, sitio de invernada de gran importancia internacional para limícolas del neártico, la que se ubica igualmente en el área de influencia indirecta a más de 25 km de distancia. Esta reserva fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la Red hemisférica de reservas para aves playeras (RHRAP) en 1991. Así mismo, fue identificada como un Área de Aves Endémicas por el ICBP (Council for Bird Preservation -BirdLife International-). En estas costas, se observan numerosas especies de aves marinas y costeras. Varias de las especies de mamíferos identificados en la zona de estudio utilizan esta zona. El sector intermareal es donde se observan las mayores concentraciones de aves costeras, por lo que fue definida como una Zona de Protección Especial por la Prefectura Naval Argentina (PNA). En cuanto a las áreas naturales protegidas costeras, se destaca la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a aproximadamente 70 km del Área de Adquisición de datos sísmicos.

Dentro de las áreas marinas a proteger a futuro, el área denominada Talud Austral (TA) se superpone levemente con el área de influencia indirecta dado que se ubica a aproximadamente a 90 km del Área de Adquisición.

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

En el área de influencia indirecta del Proyecto se han identificado también las siguientes Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs) que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino. La mencionada Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego y zonas adyacentes, Península Mitre (ubicada a más de 50 km de distancia del Área de Adquisición de datos sísmicos) y Cabo Vírgenes (ubicada aproximadamente a 70 km de distancia del Área de Adquisición de datos sísmicos).

Por otro lado, el Área de Adquisición de datos sísmicos coincide parcialmente con el “sitio candidato” como Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA) denominado Aguas al Este de Tierra del Fuego, zona que se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Por su parte, el extremo Noroeste del sitio candidato Aguas Adyacentes a Isla de los Estados se superpone con el área de influencia indirecta del Proyecto. Aunque resulta importante mencionar que estas potenciales Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs) son a la fecha “sitios candidatos”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre los mismos.

Página 102 de 134

Tanto en las costas de Tierra del Fuego, como en las numerosas islas ubicadas en el Canal Beagle, se desarrolla abundante fauna de aves marinas (principalmente pingüinos y cormoranes), y mamíferos (con presencia de colonias de lobos marinos). En particular en las inmediaciones de la localidad de Ushuaia, en el Parque Nacional Tierra del Fuego y zonas adyacentes, se observan numerosas colonias de aves marinas y se observa la presencia del lobo marino de un pelo y dos pelos.

De este modo, la zona de estudio representa un área que presenta circulación de muchas especies, algunas de las cuales han sido identificadas como de elevada sensibilidad.

Página 103 de 134

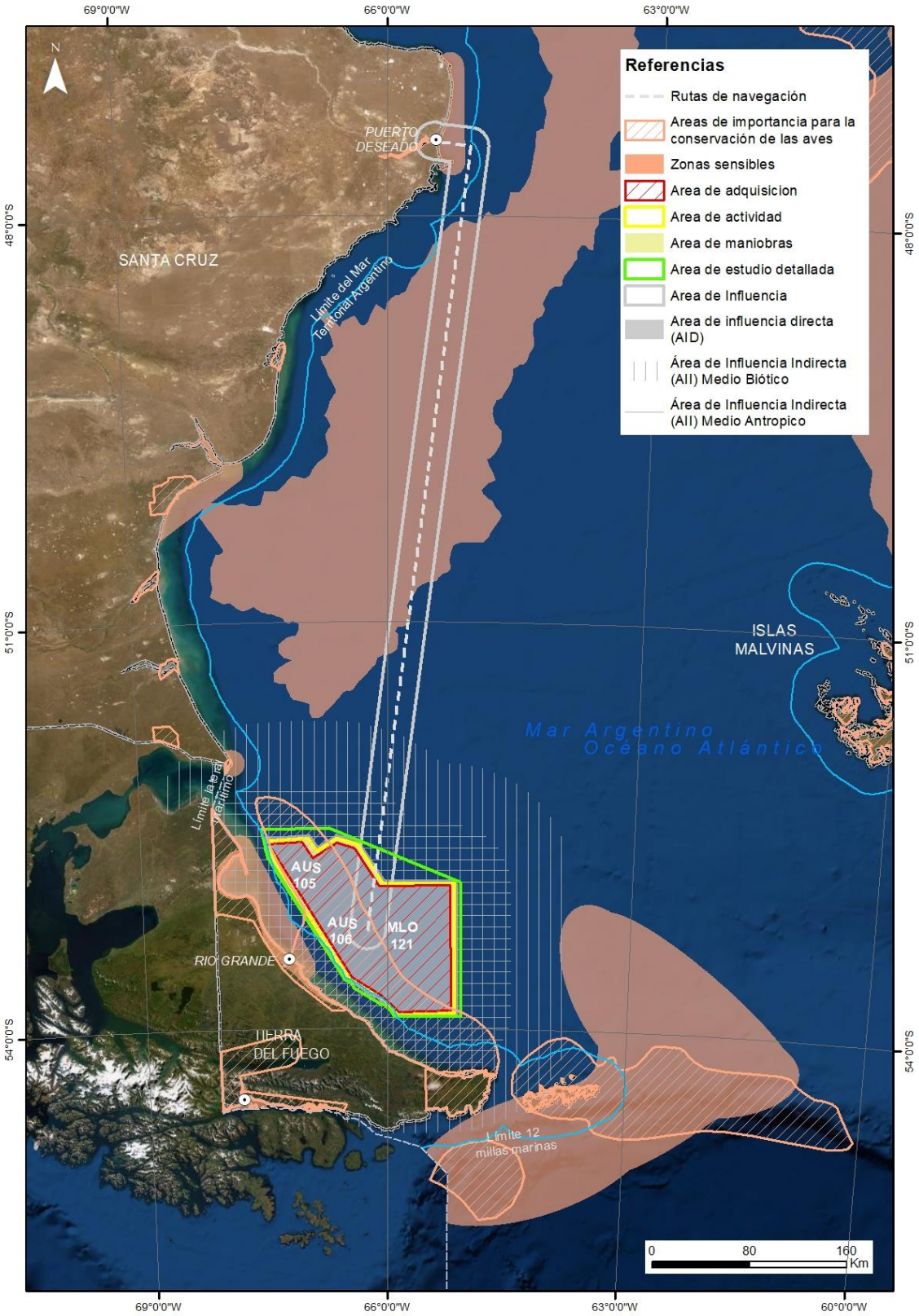


Figura 66. Mapa de zonas sensibles.

Página 104 de 134

En particular, surge del análisis desarrollado como parte del presente punto, que el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año en relación a los invertebrados bentónicos. En cuanto a las especies de crustáceos decápodos, si bien no presentan actualmente una importancia económica destacable, algunas poseen un potencial pesquero poco explotado en la zona estudiada. En el caso de la Centolla Patagónica, el área de influencia directa del área AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se superpone con sus áreas de muda en invierno y reproducción en verano, aunque estas no son exclusivas de la zona del proyecto. 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, si bien el Área de Adquisición de datos sísmicos AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se ubica dentro del área de distribución del calamar argentino, esta área no es exclusiva para la especie que se distribuye desde los 23º S hasta los 54º S, con una presencia frecuente entre los 35º S y los 52º. Tanto el área de influencia indirecta como la directa no se superponen con el área de reproducción y cría del calamar. Tampoco se superponen con el área de pesquería del calamar. De este modo, la sensibilidad de los cefalópodos ante las exploraciones sísmicas se consideró baja.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como media o baja, dependiendo del grupo analizado, pero en líneas generales se considera que las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

Se considera además que la actividad sísmica tendrá una muy baja interferencia sobre las pesquerías más relevantes que se desarrollan en la región austral las cuales poseen una considerable extensión territorial. El Área de Actividad del proyecto, en ese sentido puede considerarse además marginal por los volúmenes de captura que se extraen en ella. En todo caso, la menor interferencia con las pesquerías se produce a partir de comienzos de primavera y hasta inicios del verano, pero la mayoría de las especies tiene su pico reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera. Al respecto, cabe destacar que el área de prospección sísmica no se superpone con el área de reproducción de las especies de peces óseos de reconocida importancia en la región sur: Merluza de Cola, Bacalao Austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca.

Para las aves, el área de influencia del proyecto es muy importante durante todo el año, aunque el mayor número de especies se observa durante los meses de primavera y verano. Si bien el Área de Adquisición de datos sísmicos no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras próximas (aunque fuera de la zona de influencia directa del proyecto), por lo que la zona de influencia del proyecto se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves.

Para el caso de los mamíferos, el área de influencia del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, y dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en la zona, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie. El periodo más sensible sería la temporada de primavera y verano, por lo que se ha asignado una sensibilidad alta en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad.

Desde el punto de vista antrópico, respecto de la navegación el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad media - baja. Puntualmente, en cuanto a la actividad de los buques pesqueros, existe una baja interacción, y solamente en el sector noreste del área de influencia directa de las áreas AUS_105-106 y MLO_121, sobre la salida del Estrecho de Magallanes, en verano y primavera.

Finalmente, dado que existen actividades hidrocarburíferas linderas a la zona de prospección, cuya logística podría verse eventualmente modificada durante las tareas de prospección sísmica, así como infraestructura asociada a tales actividades, se ha determinado la sensibilidad de ambos factores, no obstante resultan de escasa sensibilidad en ambos casos.

7.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los potenciales impactos del Registro Sísmico Offshore “3D” de las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, se han identificado mediante un proceso sistemático por el cual las actividades (tanto las planificadas como las no planificadas) asociadas con el proyecto se han considerado con respecto a su potencial para interactuar con los factores ambientales.

Como herramienta para llevar a cabo esta identificación, se ha utilizado una Matriz de Interacciones Potenciales (Tabla 16). En esta matriz, las filas corresponden a las diversas acciones del proyecto que podrían actuar como fuente de impacto y los factores del medio relevantes para el entorno han sido listadas en las columnas.

Página 106 de 134

Tabla 16. Matriz de Interacciones Potenciales.

	COMPONENTES AMBIENTALES / ACCIONES		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO							
			Agua superficial	Aire	Geología	Oceanografía	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas protegidas y sensibles	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarburífera	Actividades económicas	Población	Patrimonio arqueológico	Infraestructuras, recursos y usos terrestres
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	**Actividades planificadas**																		
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)						X	X	X	X	X	X							
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico						X			X	X	X	x	X	X				
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones lumínicas de los buques								X	X								
		Emisiones gaseosas		X															
		Emisiones sonoras de los buques					X	X		X	X								
		Generación de efluentes líquidos en los buques																	
		Generación de residuos en los buques																	
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios															X			X
	Eventos no planificados (contingencias)																		
	Derrames de hidrocarburos		X				X	X	X	X	X	X							X
	Descarga accidental de sustancias químicas y/o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos		X				X	X	X	X	X								

	Sin interacción o Interacción sin impacto
X	Interacción potencial identificada

RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

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

Página 107 de 134

7.3 SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

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.

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 AUS_105, AUS_106 y MLO_121 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 (Hawkins y Popper 2014).

Ciertos eventos naturales están asociados con situaciones de amenaza cercana para ciertos organismos marinos, que presentan estrategias adaptivas 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, y son percibidas por encima del ruido de fondo activando alarmas fisiológicas que se traducen en comportamientos de escape (Kaniklides, 2014). Otros sonidos extremadamente fuertes son considerados ruidos molestos o desagradables, que generan comportamientos de desplazamiento o evitación. La mayoría de los vertebrados marinos presenta mecanismos auditivos, pero es importante tener en cuenta que los animales también detectan ondas sonoras por mecanismos no auditivos (Wartzok y Ketten, 1999).

Página 108 de 134

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, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*) o permanente (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*), comprometiendo las capacidades de comunicación y de detectar amenazas. Para evitar esta situación, se han desarrollado medidas de mitigación que alertan a los organismos de la presencia de una fuente de ruido intenso (ej. Protocolos de Aumento Gradual o *Soft Start*) y también lineamientos para calcular estos umbrales y definir distancias seguras para suspender la operatoria sísmica si un organismo de una especie de interés penetra dentro de dicho radio.

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

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

Ese es el principio que se aplica para el Aumento Gradual (*Soft Start*), procedimiento de mitigación que es requerido por la Resolución MAyDS 201/2021.

En función de los análisis realizados en la modelación acústica, la distancia a considerarse en forma más restringida es de unos 781 metros respecto de la fuente. Así, el Área de Exclusión establecida en la Res. MAyDS 201/2021 definida por un radio mínimo de 1.000 metros desde el centro del arreglo de cañones de aire comprimido, es suficiente como parte de las medidas de mitigación.

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado, el área donde se planifica la prospección sísmica tendría una función predominante como área de alimentación y dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en la zona, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie. El periodo más sensible sería la temporada de primavera - verano, por lo que se le ha asignado una sensibilidad alta, en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad. Teniendo en cuenta este análisis y el periodo en el que se realizará el registro (se estima que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2022 – mayo 2023) durante el periodo de primavera – verano la intensidad del impacto se consideró precautoriamente alta, y durante el otoño moderada. De acuerdo con metodología de valoración de impactos ambientales aplicada, teniendo en cuenta todos los atributos considerados en la evaluación (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad) la Importancia del Impacto en el periodo más desfavorable (primavera-verano) resultó moderada.

Página 109 de 134

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 considerados en el análisis.

Los resultados de la modelación acústica establecen que la condición más exigente (peces con vejiga natatoria) que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 263 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Profundidad máxima uniforme - Azimut 90º).

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de Aumento Gradual al comienzo de cada línea de adquisición de datos, en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo. Los niveles de sonido también aumentarán y disminuirán lentamente a medida que los buques se muevan. Esto permitiría que los peces 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 en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

Cabe destacar que el área de prospección sísmica no se superpone con el área de reproducción de las especies de peces óseos de reconocida importancia en la región sur: Merluza de Cola, Bacalao Austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca.

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. En este sentido, cabe señalar que el área de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121 no se superpone con una zona de alta densidad de ictioplancton.

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 Aumento Gradual), las respuestas comportamentales podrían implicar el alejamiento temporal de las especies a zonas menos disturbadas, el impacto se clasificó como moderado.

En relación con los **cefálopodos**, los antecedentes relevados señalan que no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, aunque es posible que presenten comportamientos de evitación en un área de influencia acústica acotada a las cercanías de la fuente de energía sísmica. Dado que el área de influencia del proyecto es marginal para su distribución y no posee valor crítico para la reproducción o cría de este grupo, el impacto de las exploraciones sísmicas en la zona asignada será bajo a nivel poblacional; y por lo tanto resultaría de baja importancia.

Página 110 de 134

Respecto de las **aves marinas**, el área del proyecto es muy importante durante todo el año, observándose el mayor número de especies durante los meses de primavera y verano. Si bien la zona de estudio no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas (aunque fuera de la zona de influencia directa del proyecto), no obstante el área de reproducción más próxima es Cabo Vírgenes ubicada aproximadamente a 70 km del Área de Adquisición. En este sentido la zona de operación se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves. Dado que la sonorización sísmica produce fundamentalmente efectos comportamentales sobre las aves marinas, la importancia del impacto del proyecto sobre la avifauna se ha evaluado como moderada teniendo en cuenta principalmente la situación del grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos. En particular, el Área de Adquisición se superpone parcialmente con una zona destacada como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Para el resto de las aves presentes en el área de influencia del proyecto la calificación del impacto podría considerarse entre baja y moderada.

Tanto para el componente de **bentos** como para el **plancton**, para el área de influencia directa del Área de Adquisición de datos sísmicos AUS_105, AUS_106 y MLO_121 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas ni endemismos. Tampoco se superpone con zonas de máxima productividad fitoplanctónica.

El área tampoco se superpone con altas densidades o frentes de máxima productividad de zooplancton, no obstante, este componente se considera con sensibilidad intermedia durante las estaciones de primavera y verano (periodo de máxima productividad), dado que en el área de proyecto se registran altas concentraciones de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii* constituyentes del Krill. El resto del año la sensibilidad de este componente es baja.

En cuanto a las comunidades bentónicas el área de proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año, siendo que resulta una muestra empobrecida de lo que ocurre a mayores profundidades. En relación a este grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 30 y 120 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 5 a 7 metros, no se prevé una afectación de este componente.

De acuerdo a lo antedicho, el impacto debido a las actividades de prospección se relaciona únicamente con la afectación del zooplancton, el cual será de baja importancia teniendo en cuenta que la oferta de Krill no se limita a este sector y que las especies que la demandan se mueven en una amplia área de acción.

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

En cuanto a los potenciales impactos sobre **áreas sensibles o protegidas** y debido a que éstas representan reductos de especial sensibilidad en cuanto pueden corresponder 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.

Página 111 de 134

El área de influencia directa de AUS_105, AUS_106 y MLO_121 no afecta ningún área protegida declarada o propuesta como área protegida a ser legalmente resguardada.

En el área de influencia indirecta, la Reserva Costa Atlántica Tierra del Fuego dista aproximadamente 25 km del Área de Adquisición. La misma fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la Red hemisférica de reservas para aves playeras (RHRAP), Humedal de Importancia Internacional por la Convención RAMSAR y Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA). En el área de influencia indirecta del proyecto se destacan también la Zona de Protección Especial (ZPE), 11 “Bahía San Sebastián - Río Grande” y el Área Natural Protegida (ANP) costera Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a aproximadamente 70 km del Área de Adquisición de datos sísmicos.

El área de influencia indirecta de AUS_105-106 y MLO_121 se superpone también con la Zona de Protección Especial 10 “Cabo Vírgenes”, las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs) terrestres o costeras: Península Mitre (ubicada a más de 50 km de distancia del Área de Adquisición de datos sísmicos) y Cabo Vírgenes. Dentro del área de influencia indirecta se ubica asimismo la potencial área marina a proteger Talud Austral (TA) localizada a aproximadamente a 90 km del Área de Adquisición. Todas estas distancias resultan muy superiores de las que se podría esperar impactos fisiológicos sobre los mamíferos marinos (de acuerdo a la modelación realizada estas afectaciones se circunscriben como máximo al entorno de los 3.000 metros de la fuente aproximadamente -ver Tabla 9-), por lo que en todo caso las afectaciones se limitarían fundamentalmente a cambios comportamentales, atenuados por las distancias al área de prospección, que se revertirán al finalizar las tareas. Estos efectos que, en todo caso, se darían con baja intensidad en el área de influencia indirecta (se consideran indirectos), por lo que quedarían clasificados como bajos. También en relación el resto de los organismos de los otros grupos (peces y cefalópodos, aves, comunidades planctónicas y bentos), en todos los casos, las distancias a las que se ubican las mencionadas áreas sensibles respecto del Área de Adquisición de datos sísmicos, permitiría descartar su afectación directa.

De todos modos, teniendo en cuenta que el Área de Adquisición de datos sísmicos coincide parcialmente con el “sitio candidato” como Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA) Aguas al Este de Tierra del Fuego, zona de importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados, el impacto sobre el factor de Áreas protegidas y sensibles se calificó en forma precautoria como moderado.

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 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.

Página 112 de 134

La zona de adquisición sísmica posee una baja importancia pesquera o resulta muy secundaria para algunas especies de reconocida importancia en la región austral como es el abadejo, la polaca, la merluza de cola, merluza austral, etc. Tampoco los macro-crustáceos presentan gran importancia económica en la zona de estudio, no obstante cabe destacar que la plataforma fueguina exhibiría importante densidades de centolla patagónica y un alto potencial pesquero aun poco explotado.

Por otro lado, dado que la zona de proyecto tiene solo una relación muy marginal con las pesquerías de relevancia que se desarrollan en la región sur, se estima que la prospección sísmica tendrá una muy baja interferencia con estas actividades que tienen a su vez una distribución espacial considerable, y se concentra en puertos alejados de la zona de prospección.

En términos estacionales, la interacción con las pesquerías sería mínima a partir de comienzos de primavera y hasta inicios del verano. Dado que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2022 – mayo 2023, el proyecto coincidirá parcialmente con el periodo más favorable en cuanto a interferencias con las pesquerías.

De acuerdo a lo antedicho y considerando la baja sensibilidad de las pesquerías en la zona de proyecto, el impacto debido a las tareas de prospección sísmica se clasificó como bajo.

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 Actividad con la base de apoyo costero (Puerto Deseado) y los que navegan en la zona de proyecto.

La navegación en el área de influencia directa del Área de Adquisición se asocia por un lado, a buques pesqueros, no obstante, existe una baja interacción con la zona del proyecto, y solamente en el sector noreste, sobre la salida del Estrecho de Magallanes en verano y otoño. Por el otro lado, se relaciona posiblemente con las operaciones en los bloques productivos cercanos dado que se presume que las mismas incluyen movimientos de buques para transporte de personal y eventualmente materiales para mantenimiento. En todo caso, estas interferencias podrán ser igualmente minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias, la Prefectura Naval, y el operador de las áreas linderas (TOTAL AUSTRAL S.A.) Por ende, la afectación al tránsito marítimo se considera baja.

De los bloques de explotación linderos a las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, el denominado Cuenca Marina Austral 1 (CAU) se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y Leo, no serían aun productivos. Algunos sectores menores de estos bloques quedan comprendidos dentro del Área de Actividad del proyecto.

Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área de Actividad del proyecto donde se llevará a cabo el registro y las maniobras de los buques asociados al mismo, e incluso por fuera de su área de influencia directa, por lo que estas actividades no se verán afectadas por el proyecto.

Página 113 de 134

En todo caso, podrá darse alguna interferencia menor sobre las operaciones asociadas a dicho bloque productivo (CAU) o actividades planificadas en las áreas de explotación (CNOR, CSES, LEO y TASI), las que se estima podrían incluir movimientos de buques para transporte de personal, eventuales materiales para mantenimiento, etc.. De este modo, la afectación sobre la **actividad hidrocarburífera** se considera baja, a la vez que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz con el operador de los mencionados bloques (TOTAL AUSTRAL S.A.). EQUINOR ha establecido comunicación con la operadora TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

En cuanto al componente de **infraestructura costa afuera**, en el extremo noroeste del Área de Maniobras, por fuera del Área de Adquisición de datos sísmicos, se identifica la traza del poliducto denominado “Gasolinoducto de exportación 24" con Línea MEG 4”, el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. Dado el tipo de infraestructura de la que se trata, el registro sísmico 3D no implicará la afectación de su normal funcionamiento. Todos los equipos sísmicos tendrán, como mínimo, 10 m de distancia libre desde el punto más superficial del fondo marino, por lo que los equipos sísmicos no serán arrastrados sobre la tubería. Además debe tenerse en cuenta que las maniobras de giro para la realización del registro se desarrollarán en el sentido de las líneas de adquisición (hacia los extremos noroeste – sudeste del Área de Adquisición), por lo que las mismas no se superpondrán con la traza del ducto. En todo caso, el registro sísmico podrá generar alguna interferencia muy menor para alguna operación eventual del operador del ducto, la que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz entre las partes. Como se mencionó anteriormente, EQUINOR ha establecido comunicación con TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

Asimismo, dentro del Área de Actividad del proyecto se identifican siete pozos de hidrocarburos, no obstante los mismos se encuentran en la condición de “abandonados” (cinco pozos) o “inactivos” (dos pozos). De este modo, si bien esta infraestructura podría representar una interferencia en el desarrollo del registro, lo cual se considera en la planificación del mismo, al tratarse de pozos fuera de operación no existirá una afectación.

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

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

Página 114 de 134

En lo que respecta al **agua superficial**, el riesgo de contaminación de aguas marinas puede presentarse por derrame accidental de combustibles, descarga accidental de sustancias químicas, vertimiento y la disposición inadecuada de los residuos en las aguas marinas. Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. En líneas generales, el impacto se califica con moderada importancia.

Asimismo, la probabilidad de un gran derrame de combustible es remota (BOEM, 2014; NOAA, 2016). La pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños con doble fondo y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Se espera que, con tales medidas, se logre disminuir el riesgo de accidente evitando cualquier daño al ecosistema acuático.

De todos modos, se han analizado los efectos de un derrame de hidrocarburos sobre los mamíferos marinos, los peces y cefalópodos, las comunidades bentónicas y el plancton, las aves, las áreas protegidas y sensibles y las pesquerías, siendo calificados como moderados.

En cuanto a la **calidad del aire** el mecanismo de operación y desplazamiento del buque sísmico y los buques de apoyo es similar a las embarcaciones que ya navegan en la zona. La operación de las embarcaciones no afectará las condiciones atmosféricas en el área de influencia del proyecto, debido a que las emisiones que se generarán, se dispersarán rápidamente en la atmósfera por la acción del viento, sin generar efectos ambientales sobre los componentes del medio. Estas emisiones atmosféricas también implican una contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), aunque muy pequeña, como se ha establecido de acuerdo a las estimaciones realizadas en este estudio.

7.4 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.

Página 115 de 134

Tabla 17. Matriz Resumen de Impacto Ambiental.

COMPONENTES AMBIENTALES / ACCIONES			MEDIO FÍSICO		MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO					
			Agua superficial	Aire	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas sensibles y protegidas	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarburífera	Actividades económicas	Infraestructuras, recursos y usos terrestres
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	**Actividades planificadas**														
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)				-42	-32 (*)	-24	-39 (**)	-39	-24					
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico				-21			-24	-24	-24	-24	-17	-17		
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas		-24											
		Emisiones lumínicas de los buques						-24	-24						
		Emisiones sonoras de los buques			Poco significativo	Poco significativo		Poco significativo	Poco significativo						
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios													16	Poco significativo
	Eventos no planificados (contingencias)														
	Derrames de hidrocarburos		-36		-40	-38	-27	-40	-40	-35					-24
	Descarga accidental de sustancias químicas y/o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos		Poco significativo		Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo	Poco significativo						

Nota:

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

(**) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, por ser el que alcanza la mayor valoración dentro de las aves marinas.

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

Página 116 de 134

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

De acuerdo a la "Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental" (SAyDS, 2019) el abordaje de las medidas de mitigación considera el modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos, conocido como principio de jerarquía de mitigación; el cual establece una secuencia de pasos, a implementar de forma concatenada y jerarquizada, que tienen como finalidad evitar, minimizar, restaurar y en última instancia compensar los impactos negativos significativos residuales.

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.

Como resultado de la implementación de las medidas los impactos residuales han quedado calificados entre BAJOS y POCO SIGNIFICATIVOS.

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

Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA DEL IMPACTO (I)	IMPACTO RESIDUAL
Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	Bajo (*)
		Bentos y plancton	Bajo	Bajo
		Aves	Moderado	Bajo
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	Bajo
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	Bajo
Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	Bajo
		Aves	Bajo	Bajo
		Áreas protegidas y sensibles	Bajo	Bajo
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	Poco significativo
		Tránsito marítimo	Bajo	Poco significativo
		Infraestructura costa afuera	Bajo	Poco significativo
		Actividad hidrocarburífera	Bajo	Poco significativo
Actividades de la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Aire	Bajo	Bajo
	Biótico	Aves	Bajo	Bajo
		Áreas protegidas y sensibles	Bajo	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Poco significativo	Poco significativo
		Peces y cefalópodos	Poco significativo	Poco significativo
		Aves	Poco significativo	Poco significativo
		Áreas protegidas y sensibles	Poco significativo	Poco significativo
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	Bajo	Bajo
		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Poco significativo	Poco significativo
Contingencias	Físico	Agua superficial	Moderado	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	Bajo
		Aves marinas	Moderado	Bajo
		Bentos y plancton	Moderado	Bajo
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	Bajo
	Antrópico	Actividad pesquera	Moderado	Bajo
		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Bajo	Poco significativo

Nota:

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

Página 117 de 134

7.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS

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

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.

2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

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

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

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.

A continuación, se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 con potencial de producir impactos acumulativos.

Página 118 de 134

1 - Actividades del operador TOTAL AUSTRAL S.A. dentro de los bloques Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO adyacentes a los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. De estos, sólo el bloque CAU se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques CSES, CNOR, TASI y LEO, no serían aun productivos. Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área de Actividad del proyecto donde se llevará a cabo el registro y las maniobras de los buques asociados al mismo, e incluso por fuera de su área de influencia directa, por lo que las actividades que se realizan en los mismos no se superpondrán con el registro sísmico. Si bien no se conoce el detalle de la logística de la operadora en el bloque productivo Cuenca Marina Austral 1, se presume que las operaciones incluyen movimientos de buques para transporte de personal y, eventualmente, materiales para mantenimiento. Estas actividades se llevarán a cabo durante todo el período de duración de la prospección sísmica, y refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos del proyecto sobre el Tránsito Marítimo y las Actividades hidrocarburíferas fueron evaluados oportunamente, y clasificados como de baja importancia. No se prevé que la interacción con las actividades de las concesiones linderas implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. En este caso además de la aplicación de las acciones previstas para la mitigación de las potenciales interferencias en la navegación (Capítulo 8), se considera necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Al respecto EQUINOR se ha contactado con TOTAL AUSTRAL para conocer sus planes respecto de cualquier operación sísmica. TOTAL AUSTRAL ha confirmado a EQUINOR que no tienen planes inmediatos para realizar ninguna operación sísmica, al menos en el plazo del presente proyecto. EQUINOR y TOTAL AUSTRAL han acordado una "Solicitud de permiso", en la que TOTAL AUSTRAL concede a EQUINOR ARGENTINA SA permiso para adquirir datos / operar (giros de los barcos, etc.) en las áreas de las licencias “Carina Sudeste”, “Tauro-Sirius”, “Carina” y “Fénix” (una copia de esta autorización se presenta en el Capítulo 4). Es dable aclarar que sólo se adquirirán datos sobre porciones menores de Fénix y Tauro-Sirius requeridos para completar el registro de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_122, en tanto que en las otras dos licencias sólo se realizarán maniobras o giros del buque sísmico (sin adquisición de datos). Cabe resaltar que, EQUINOR permanece en constante diálogo con TOTAL AUSTRAL en relación con las operaciones en la Argentina y si tales planes se modificaran en el período hasta el inicio de la adquisición, EQUINOR buscará alinear su programa de adquisición con el de los vecinos y operadores de la licencia para evitar conflictos operativos (ver Capítulo 8 – M9 Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas).

2 – Existen bloques linderos al Área de Adquisición bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. El área AUS_105 linda al norte con el bloque AUS_104; en tanto que el área MLO_121 colinda al norte con los bloques MLO_115 y MLO_116, al este con el bloque MLO_122 y al sur con el bloque MLO_126. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques AUS_104 y MLO_126 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas áreas, mientras que el área MLO_122 fue adjudicada a la empresa TULLOW OIL PLC (quien cuenta con permiso de exploración expedido en octubre de 2019 por Resolución 598/2019). Recientemente en junio de 2021, por Decreto de Necesidad y Urgencia 389/2021 se otorgaron los permisos exploratorios correspondientes a las áreas denominadas MLO_115 y MLO_116 a la compañía estatal INTEGRACIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA S.A. (IEASA).

Página 119 de 134

Cabe destacar que EQUINOR se ha contactado con TULLOW OIL PLC e IEASA en noviembre 2021 para informar sus planes de adquisición sísmica y conocer los de ambas compañías. El momento de la elaboración del presente estudio, TULLOW ha informado que prevé realizar su plan de adquisición sísmica 3D en el área MLO_122 entre noviembre de 2022 a marzo de 2023 con una duración estimada de 10 semanas, en tanto que de IEASA, al momento sólo se ha recibido la confirmación de recepción de la información enviada. En el caso que EQUINOR adquiera datos en la misma temporada que alguna de las compañías mencionadas, EQUINOR buscará alinear su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición

En particular, la exploración del operador TULLOW coincidiría temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR que se estima se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2022 – mayo 2023. En este sentido, se planea preliminarmente comenzar las operaciones en el sector más occidental del Área de Adquisición y continuar hacia el este mientras TULLOW trabaja en MLO_122 de modo que siempre exista suficiente distancia entre las operaciones. Esto se definirá en detalle de forma coordinada entre ambas compañías más cerca de la fecha de inicio, de manera de procurar el mayor distanciamiento entre las operaciones. Cabe resaltar que EQUINOR permanece en constante conversación con TULLOW en relación con las operaciones en Argentina. Esta medida se considera en cuanto al desarrollo del relevamiento en el Capítulo 4 y se incluye en el Plan de Gestión Ambiental como parte de los compromisos asumidos por EQUINOR (Capítulo 8 – M10 Coordinación con eventuales exploraciones linderas).

También se conoce que la empresa TOTAL AUSTRAL planifica el registro sísmico del área MLO_123 durante la ventana de octubre 2022 – abril 2023, más probablemente, dentro de ese periodo, durante noviembre 2022 - enero 2023. Estas operaciones se superpondrían temporalmente con el registro bajo estudio, no obstante es dable señalar que el área MLO_123 se encuentra a más de 60 km de distancia del área de registro sísmico de AUS_105-106 y MLO_121. Si bien esta distancia resulta tentativa dado que no se conoce el detalle de cuál será el polígono a prospectar efectivamente dentro del bloque concesionado ni otros detalles de la operatoria (cantidad y tipo de buques involucrados, secuencia de exploración, patrón de relevamiento, características del arreglo sísmico, etc.), la misma indicaría que las operaciones en el bloque vecino MLO_123 estarán muy por fuera del área de máxima incidencia del ruido propagado por la actividad de prospección (área de influencia directa), a distancias mucho mayores de las que se alcanzan los umbrales de daño fisiológico sobre la audición (PTS y TTS) para los mamíferos (PTS más restrictivo de 781 m) y los peces (PTS más restrictivo de 263 m). Es de destacar que EQUINOR también permanece en constante conversación con TOTAL AUSTRAL en relación con las operaciones en Argentina y en todo caso buscará alinear su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición (Capítulo 8 – M10 Coordinación con eventuales exploraciones linderas).

Página 120 de 134

3 – EQUINOR a su vez está al tanto de que TGS tiene un permiso para adquirir datos sísmicos en el área de Malvinas, y ha establecido contacto en relación con sus planes para la adquisición sísmica 3D en AUS_105, AUS_106 y MLO_121. No obstante, cabe destacar que TGS no ha mostrado interés en el programa previsto. Por lo cual, en base a esto y a discusiones de alto nivel con TGS, EQUINOR entiende que TGS está enfocando sus actividades en las zonas orientales de la cuenca de Malvinas donde están adquiriendo datos en las áreas MLO_113, MLO_114, MLO_117 y MLO_118. Por lo cual, en base a las conversaciones con TGS en relación a la sísmica en el área de Austral y Malvinas, se establece que EQUINOR no tiene indicios de que la empresa tenga planes firmes para realizar operaciones sísmicas en el área durante el plazo del presente proyecto. Cabe resaltar que, EQUINOR permanece en constante conversación con TGS en relación con las operaciones en el exterior de Argentina y si tales planes se materializaran en el período hasta el inicio de la adquisición, EQUINOR buscará alinear su programa de adquisición con el de los vecinos y operadores de la licencia para evitar conflictos operativos.

4 – Como se mencionó anteriormente, la interacción del proyecto con áreas costeras está básicamente limitada al uso de la infraestructura portuaria de Puerto Deseado por parte del buque logístico proveniente de la zona de adquisición de datos sísmicos. Estas operaciones resultan rutinarias y no diferirán de las que normalmente lleva a cabo un buque pesquero o carguero que recala de otra navegación. Dada la escasa relevancia de este aspecto del proyecto, se descarta que posea un efecto acumulativo.

5 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies que se superponen con la zona de proyecto. Si bien el área de proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes, Squaliformes, Carcharhiniformes y la sardina fueguina, y podría coincidir con el área de reproducción del róbalo y alguna de las especies de otros órdenes (Pleuronectiformes, Scorpaeniformes, Ophidiiformes y Perciformes), cabe destacar que el área de prospección sísmica no se superpone con el área de reproducción de las especies de peces óseos de reconocida importancia en la región sur: Merluza de Cola, Bacalao Austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca, el área de estudio resulta marginal para las pesquerías, tanto a nivel espacial -dado que la zona de proyecto tiene escasa superposición con las pesquerías que se desarrollan en la región austral -, como en cuanto a volúmenes de captura. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Como se mencionó, este impacto se considera mitigado en la medida posible mediante la aplicación del protocolo de aumento gradual asociado al proyecto.

Página 121 de 134

6 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas 2D y 3D realizadas previamente en el área de estudio, a partir de lo cual se puede afirmar que en la totalidad de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_122 se han realizado prospecciones 2D, y que el área AUS_105 ha sido prospectada parcialmente en 3D. De acuerdo a la información relevada, la campaña más reciente corresponde a una sísmica 2D realizada por Spectrum/TGS-Nopec 2D entre 2017 y 2018, la cual ha abarcado en su totalidad al bloque MLO_121 y a un sector del bloque AUS_106. Si bien no se conocen los detalles de dicha campaña en cuanto a cantidad y tipo de buques involucrados, patrón de relevamiento, características del arreglo sísmico utilizado, etc., no es equivocado afirmar que se adoptaron medidas de mitigación que incluyeron el uso de procedimientos de aumento gradual para minimizar los posibles impactos sonoros subacuáticos en el entorno marino, dado que estos procedimientos se vienen implementando en la industria sísmica hace varios años y han sido exigidos en las exploraciones en nuestro país. Las diferencias temporales entre los estudios sísmicos pasados y los previstos, y el uso del procedimiento de aumento gradual permiten suponer que existe un alcance limitado de impactos acumulativos para los organismos marinos debido al sonido subacuático. Los impactos de las lesiones en los mamíferos y peces se minimizan a través del aumento gradual y los impactos de comportamiento son menores y temporales, como se ha evaluado anteriormente. Considerando que la fecha de inicio más temprana para el presente proyecto será septiembre de 2022, la campaña antecedente más reciente se distancia en más de 3 años. De este modo, no se producirá la afectación en periodos estacionales consecutivos de la misma área. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los organismos marinos y pesquerías sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.

7 – Si bien los fenómenos de varamientos de mamíferos marinos no son nuevos, es difícil conocer la causa específica de los mismos. Existen múltiples causas de varamientos, algunas naturales y algunas relacionadas con la actividad humana. Entre las naturales se mencionan mayoritariamente las relacionadas con tormentas y enfermedades. Mientras que entre las causas antrópicas se incluyen: (i) enmallamientos en redes y otras artes de pesca que impiden a los cetáceos salir a respirar y le causan ahogamiento (algunos logran escapar, pero con heridas o mutilaciones que eventualmente les causan la muerte); (ii) inanición por reducción de sus fuentes de alimento; (iii) colisión con embarcaciones; (iv) contaminación por basura marina, (v) derrames de petróleo y otras sustancias tóxicas; y (vi) producción de ruido submarino (tráfico marítimo excesivo, pruebas de sonares, etc.). Como se mencionó anteriormente, 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. Los cetáceos (especialmente los de la familia Ziphiidae) han mostrado evidencias de encallamiento cuando se exponen a los sonares militares de media frecuencia, no obstante, los sonidos de las prospecciones sísmicas son muy diferentes a los de operaciones de sonares - en frecuencia, dirección y duración - y no se han establecido vínculos científicos concluyentes entre los estudios sísmicos y cualquier varamiento de mamíferos marinos. En todo caso, se debe tener en cuenta que el proyecto prevé la aplicación del protocolo de Aumento Gradual y la presencia de Responsables de la Observación destinados a mitigar los potenciales efectos de los registros sísmicos sobre la fauna marina. Asimismo, el Plan de Gestión Ambiental contempla un Programa de Prevención de Impactos sobre la Fauna Marina.

Página 122 de 134

8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

8.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En función de los impactos ambientales identificados asociados al proyecto se establecieron una serie de medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir y controlar los efectos negativos identificados. Las medidas más relevantes que surgieron de la evaluación son las siguientes:

Procedimiento de barrido y aumento gradual
Tipo de Medida: Mitigación

El procedimiento de aumento gradual permite un progresivo incremento de los niveles de sonido generados por las fuentes de aire comprimido hasta alcanzar la plena potencia operativa durante un período mínimo de 20 minutos y un período máximo de 40 minutos hasta el inicio de la línea, con la finalidad de brindar un tiempo adecuado a los mamíferos y tortugas marinas para que abandonen el área.

Se contará con la presencia del equipo de Responsables de Monitoreo de Fauna Marina conformado por los Responsables de la Observación y 3 Responsables de la Operación de MAP para realizar el Barrido, que consiste en asegurar, mediante la observación (barrido visual) y el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP) (barrido acústico), que cualquier inicio de actividad de las fuentes de aire comprimido (aumento gradual, pruebas o calibración) se realice sólo en caso de no haberse detectado ejemplares de Fauna Marina Vulnerable en el Área de Exclusión durante al menos 30 minutos antes del inicio.

Medidas de disminución de la velocidad de los buques
Tipo de Medida: Preventiva

Como una medida preventiva para evitar un posible incidente y/o impacto de los buques que serán utilizados durante las tareas en estudio y la fauna marina presente en la zona, se presentan requisitos acerca de la distancia de proximidad cuando el buque sísmico y los buques de apoyo y seguimiento se desplacen a una velocidad igual o mayor de 10 nudos.

Prevención para avifauna
Tipo de Medida: Mitigación

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, evitar cuando sea posible la iluminación innecesaria en el caso de que se realicen inspecciones nocturnas.

Página 123 de 134

Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional
Tipo de Medida: Mitigación

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 la misma siempre y cuando sea posible, 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
Tipo de Medida: Mitigación

Se establecerá un proceso de comunicación con los actores clave involucrados en asuntos marítimos (p. ej. Prefectura Naval Argentina) para coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas, a fines de evitar interferencias que afecten tanto a las actividades marítimas en el área de influencia del proyecto 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).

Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero
Tipo de Medida: Mitigación

Al momento de la planificación y coordinación de actividades se establecerá un proceso de comunicación con actores clave involucrados en asuntos pesqueros (p. ej. Subsecretaría de Pesca, Prefectura Naval Argentina, INIDEP, 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 y/o campañas de investigación (prospección) del INIDEP como al registro sísmico en sí. Para minimizar las afectaciones sobre las actividades pesqueras y actividades de investigación vinculadas, movilidad, tráfico de buques y embarcaciones, etc., se comunicarán itinerarios de tareas, fechas y áreas de ejecución e influencia del proyecto a las Autoridades y actores clave correspondientes.

Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas
Tipo de Medida: Preventiva

Los bloques de explotación Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO, todos operados por Total Austral S.A., quedan comprendidos parcialmente en el Área de Actividad del proyecto. Como parte del diálogo entablado con TOTAL AUSTRAL S.A., EQUINOR ha obtenido su autorización para realizar estas operaciones.

Página 124 de 134

Coordinación con eventuales exploraciones linderas
Tipo de Medida: Preventiva

Se propone en forma precautoria la planificación de las operaciones en forma coordinada con los permisionarios de las licencias vecinas. Preliminarmente, se planea coordinar con TULLOW para que ambos operadores comiencen sus operaciones en el sector más occidental de sus respectivas Áreas de Adquisición de manera de mantener las operaciones lo más alejadas posibles, dado que la exploración del operador TULLOW coincidiría temporalmente.

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.

8.2 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 monitoreo de fauna marina**

Tiene como objetivo evitar los posibles impactos de la actividad sísmica sobre la fauna marina, mediante la observación, monitoreo acústico pasivo (MAP) y registro, llevada a cabo por Responsables del Monitoreo de Fauna capacitados para el reconocimiento de las especies presentes en el área de estudio a los efectos de evaluar los posibles cambios de comportamiento o afectaciones de los mismos debido al desarrollo del proyecto.

- **Programa de prevención de impactos sobre la fauna marina**

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

- **Programa de prevención de impactos por potenciales interferencias y de coordinación con actividades linderas**

Se asegurará la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes con el fin de evitar los posibles impactos ocasionados por potenciales interferencias con buques operando en la zona o la interacción significativa con otras actividades exploratorias en áreas linderas.

- **Programa de comunicación para el área pesquera**

Se implementarán por etapas, las distintas acciones de planificación, coordinación y comunicación, de acuerdo al cronograma del proyecto con el fin de evitar los posibles impactos ocasionados por potenciales interferencias en la actividad pesquera.

Página 125 de 134

- **Programa de seguimiento y monitoreo ambiental**

Este programa 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.

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

El objetivo del programa 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 en puerto / muelle**

El proyecto no requiere la construcción o desarrollo de bases operativas en tierra, sino que se sirve de las instalaciones en el puerto existente con capacidad para recibir operaciones de este tipo. En dicho puerto las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en los mismos.

- Subprograma para la carga de combustible: una de las operaciones requeridas por las líneas navieras es la carga de combustible 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. Según 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 sentinas se ven colmadas, es necesario realizar su descarga en las áreas portuarias.

Página 126 de 134

- **Programa de respuesta ante emergencias**

Tiene como objetivos optimizar las acciones de control de las emergencias, a fin de proteger la vida de las 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 identificadas incluyen:

a) Plan de emergencia en caso de derrames de combustibles y otras sustancias peligrosas provenientes de buques.
b) Plan de lucha contra incendios/explosiones.
c) Accidente a bordo – Procedimiento para la evacuación de heridos.
d) Hombre al Agua.

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

- **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 de comunicación ambiental y social**

El enfoque principal consiste en el compromiso temprano y la consulta con los actores claves, desde antes de la aprobación del EsIA. Se orienta a la participación de los actores claves, la divulgación de información y un diálogo abierto con las comunidades y partes potencialmente afectadas.

- **Programa de atención de consultas y reclamos**

Tiene como objetivo evacuar con la mayor celeridad y precisión posible todas las dudas y/o reclamos que la comunidad en general y/o los distintos actores claves identificados en particular, pudieran tener en relación al Proyecto. Se ofrecerán canales de comunicación accesibles y de fácil utilización para garantizar el derecho de la población a estar informada.

Página 127 de 134

- **Programa de contratación de personal local y compras locales**

El personal que requiere el presente proyecto amerita alta calificación, suma especialización en la actividad y experiencia; por lo cual, en su mayoría, corresponderá a personal extranjero con estas competencias. No obstante, si bien esta etapa comprende la exploración de los recursos hidrocarburíferos del lecho marino, se espera hallar reservas que puedan ser explotadas comercialmente y que potenciarán la demanda de mano de obra y bienes y servicios asociados.

Representantes de EQUINOR estarán a bordo del buque sísmico para la supervisión del trabajo y asegurar que las operaciones se lleven a cabo de acuerdo con los estándares de la empresa.

El buque sísmico contará con aproximadamente 69 tripulantes a bordo. Contará con Responsables de la Observación (3) y Responsables de la Operación MAP (3) que serían profesionales locales. Como parte de los requisitos de exención de bandera, varios efectivos marítimos argentinos locales serán contratados a bordo del buque sísmico y formarán parte de su tripulación marítima (Ley de Marina Mercante N° 27.419, Sección 19).

El buque de apoyo (unos 12 tripulantes) y el buque de seguimiento (alrededor de 6-8 miembros) tendrán únicamente personal marítimo. El buque de apoyo tendrá un número de personal local argentino en cumplimiento con los requisitos de exención de bandera. Por otro lado, como buque de seguimiento se considera un buque argentino local y sólo tendrá tripulación argentina.

- **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.

- **Plan de mitigación COVID**

El Plan de Mitigación de COVID-19 puesto en marcha para el proyecto sísmico Costa Afuera de Argentina ha sido desarrollado sobre la base de las experiencias acumuladas por EQUINOR en el manejo de la pandemia en varios proyectos en todo el mundo.

- **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.

- **Programa de gestión 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 gestiones, permisos requeridos, aspectos formales / contractuales y requisitos legales asociados al proyecto.

Página 128 de 134

- **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. El responsable es la empresa contratista y el cumplimiento del mismo deberá ser controlado por EQUINOR.

Página 129 de 134

9 BIBLIOGRAFÍA

Antacli, J.C., Hernández, D., y Sabatini, M.E. (2010). Estimating copepods' abundance with paired nets: Implications of mesh size for population studies. J. sea res. 63, 71–77.

Antacli, J. C., Sabatini., M.E., y Silva., R.I. (2014). Feeding and reproductive responses of the copepods *Drepanopus forcipatus* and *Calanus australis* to ambient food limitation during late summer over the southern patagonian shelf (Argentina, 47°–55°s). Braz. j Oceanogr, 62, 295–314.

Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, (2008) en Boltovskoy, D. (ed.). [En línea] Buenos Aires, disponible en: http://atlas.ambiente.gov.ar/

Bastida, R., Roux, A., y Martínez., D. E. (1992). Benthic communities of the argentine continental shelf. Oceanológica acta, 15 (6), 687-698.

BOEM [Bureau of Ocean Energy Management] (2014). Atlantic OCS Proposed Geological and Geophysical Activities Mid-Atlantic and South Atlantic Planning Areas Final Programmatic Environmental Impact Statement. https://www.boem.gov/sites/default/files/oil-and-gas-energy-program/GOMR/BOEM-2014-001-v1.pdf

Caldwell, J. and W. Dragoset (2000). A brief overview of seismic air-gun arrays. The Leading Edge 2000.

Cepeda, G.D., Temperoni, B., Sabatini, M.E., Viñas, M.D., Derisio, C.M., Santos, B.A., Antaclo, J.C y Padovani, L.N. (2018). Zooplankton communities of the argentine continental shlef (sw atlantic, c.a. 34°-55° s, an overview. En: Hoffmeyer, M.S., Sabatini, M.E., Brandini, F.P., Calliari, D.l., y Santinelli l. H. (eds.). Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. From the subtropical to the subanctartic realm. Springer, Cham, 171-199.

Campagna, C., Verona, C., y Falabella, V. (2006). Situación ambiental en la ecorregión del Mar Argentino. En: La situación ambiental Argentina 2005, Brown, A., Martinez Ortiz, A., Cerbi, M y Corcuera, J. (eds.). Fundación Vida Silvestre Argentina.

Conesa Fernández– Vitora, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia)

Cooke, F., y Mills, E. (1972). Summer distribution of pelagic birds off the coast of Argentina. IBIS, 114(2): 245-251. doi.org/10.1111/j.1474-919x.1972.tb02606.x.

COPLA (2017). El margen continental argentino: entre los 35°S y los 55°S en el contexto del artículo 76 de la convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar. - La edición bilingüe - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Comisión Nacional del límite exterior de la plataforma continental, 2017.

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi: 10.2788/27158

Página 130 de 134

Ehrlich, M.D., Sánchez, R.P., Ciechomski, J.D., Machinandiarena, L., y Pájaro, M. (1999). Ichthyoplankton composition, distribution and abundance on the southern patagonian shelf and adjacent waters. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 19, 45-75.

Favero, M., y Silva Rodríguez, M.P. (2005). Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la plataforma continental argentina como área de alimentación. Hornero V.20 Nro.1 Buenos Aires ene./ago. 2005 version on line. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttextypid=s0073-34072005000100007.

Glorioso, P.D. y Flather, R.A. (1997). The patagonian shelf tides. Progress in Oceanography 40, 263-283.

Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2014). Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and other forms of marine life.' acoust today 10(2): 30-41.

Jensen F., Kuperman W., Porter M., and Schmidt H. (2011). Computational Ocean Acoustics. 2nd Edition. Springer Science & Business Media

JNCC [Joint Nature Conservation Committee] (2017). JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys. https://data.jncc.gov.uk/data/e2a46de5-43d4-43f0-b296-c62134397ce4/jncc-guidelines-seismicsurvey-aug2017-web.pdf

Kaniklides, S. (2014). Effects of volcanic tsunamis on marine mammals. Phd. thesis https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4696.1687.

Lodolo, E., M. Menichetti, R. Bartole, Z. Ben-Avraham, A. Tassone y H. Lippai (2003). Magallanes-fagnano continental transform fault (Tierra del Fuego, Southernmost South America). Tectonics, 22(6), P. 1076, DOI: 10.1029/2003TC0901500.

Lovrich, G.A. (Jefe Científico, Compilador). (2010). Estudios biológicos en plataforma patagónica austral. Infome de Campaña del BO Puerto Deseado CONCACEN II, Puerto Madryn – Ushuaia, 29NOV09-16DIC09. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC). 131 pp.

Lovrich, G.A., Fernandez D.A., Diez M.J., Sotelano M.P., Pagnossin Ml., Giamportone A.L., Fernandez A.L., Vanella F.A., Rimbau S., Florentin O.V. (2010). Fauna Bentónica E Isotopos Estables. 68-75 Pp. En: "Estudios Biologicos En Plataforma Patagonia Autral. Informe De Campaña Bo Puerto Deseado- Puerto Madryn- Usuahia 29nov09-16dic09.

Machinandiarena, L., y Ehrlich, M.D. (1999). Detección de un área de cría de la merluza de cola (Macruronus magellanicus) en el mar argentino. Rev. Invest. Des. Pesq 12.

McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y Mccabe, K. (2000). Marine seismic surveys: Analysis and propagation of airgun signals; and effects of airgun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. En: Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia: Further research. Australian petroleum production exploration, Canberra. 364-521. http://cmst.curtin.edu.au/wp-content/uploads/sites/4/2016/05/mccauley-et-al-seismic-effects-2000.pdf.

Meekan, M. G., Speed, C. W., McCauley, R. D., Fisher, R., Birt, M. J., Currey-Randall, L. M., Semmens, J. M., Newman, S. J., Cure, K., Stowar, M., Vaughan, B. y Parsons, M. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 118(30), e2100869118. https://doi.org/10.1073/pnas.2100869118

NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2016). Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. Final Environmental Impact Statement (FEIS). Volume 2

Orgeira, J.L. (2001). Distribución espacial de densidades de aves marinas en la plataforma continental argentina y océano atlántico sur. Ornitología Neotropical 12, 45-55.

Padovani, L., M. L. Presta y F. Capitanio (2014). Potencial del mesozooplancton como sostén trófico en áreas productivas del mar Argentino. En: Informe de Campaña BO Puerto Deseado “Tierra del Fuego - Banco Burdwood”, Ushuaia - Ushuaia 29MAR14-4ABR14, Ushuaia - Mar del Plata 6ABR14-12ABR14. Gustavo A. Lovrich (Jefe Científico, compilador), Mariano J. Diez (compilador). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Mayo 2014.

Palma, E. D., Matano, R. P., y Piola, A.R. (2004b). A numerical study of the southwestern Atlantic shelf circulation: Barotropic response to tidal and wind forcing. J. Geophys. Res., 109, c08014, doi: 10.1029/2004jc002315.

Parker, G, Paterlini, C.M., y Violante, R.A. (1997). El fondo marino. En: Boschi, E. (ed.). El mar argentino y sus recursos marinos. INIDEP 1, 65-87, Mar del Plata.

Parker, G., Paterlini, C.M., Violante, R.A., Costa, I.P., Marcolini, S.I., y Cavallotto, J.L. (1999). Descripción geológica de la terraza rioplatense (Plataforma interior del noreste bonaerense). Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín 273, 98 p., Buenos Aires.

Parker, G., Violante, R.A., Paterlini, C.M., Marcolini, S., Costa, I.P., y Cavallotto, J.L. (2008). Las secuencias sismoestratigráficas del plioceno-cuaternario en la plataforma submarina adyacente al litoral del este bonaerense. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis 15,105-124.

Perillo, G.M.E., y Hostadinoff, J. (2005). Margen continental de la provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F., y LLambías, E. (eds.). Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio 16º Congreso Geológico Argentino: 277-292, La Plata.

Perry, J. (2005). Environmental impact assessment for offshore drilling the Falkland Islands to desire petroleum plc. Rps energy.

Piola, A.R., y Gordon, A.L. (1989). Intermediate waters in the southwest South Atlantic. Deep-sea Research 36, 1-16.

Piola, A.R., y Matano, R.P. (2001). The South Atlantic western boundary currents Brazil/Falkland (Malvinas) currents. En: Steele, J.M., Thorpe, S.A. y Turekian, K.K. (eds.) Encyclopedia of Ocean Sciences, Academic Press, 340-349, Londres.

Ponce, J.J., y Carmona, N.B. (2011). Miocene deep-marine hyperpycnal channel levee complexes, Tierra del Fuego, Argentina: Facies associations and architectural elements. In: Sediment transfer from shelf to deep water-revisiting the delivery system (slatt, r.m.; zavala, c.; editors). American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology 61: 75-93.

Página 132 de 134

Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W., Gentry, R., Halvorsen, M., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B., Zeddies, D., y Tavolga, W. (2014). Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ansi-accredited standards committee s3/sc1 and registered with ANSI. 978-3-319-06658-5. springer international publishing.

Ramírez, F.C., y Sabatini, M.E. (2000). The occurrence of calanidae species in waters off Argentina. Hidrobiología 439:21–42.

Riccialdelli L., Villatarco P., Diez M., Gowland M.F., Lagger C.F., Bayer M.S, Delpiani M., Menoret A., Lovrich G.A. (2012). Fauna bentonica. 38-48 pp. En: Campaña “patagonia austral”, informe de campaña BO Puerto Deseado, Usuhaia –Mar del Plata. 27mar12-14abr12.

Riccialdelli, L., M. L. Presta, A. Raya Rey y D. Fernandez (2014). Estructura trófica del ecosistema marino del Atlántico Sudoccidental y Canal Beagle mediante análisis de isotopos estables. En: Informe de Campaña BO Puerto Deseado “Tierra del Fuego - Banco Burdwood”, Ushuaia - Ushuaia 29MAR14-4ABR14, Ushuaia - Mar del Plata 6ABR14-12ABR14. Gustavo A. Lovrich (Jefe Científico, compilador), Mariano J. Diez (Compilador). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Mayo 2014.

Richardson, W. J., Greene, C. R., Jr., Malme, C. I., y Thomson, D. H. (1991). Effects of noise on marine mammals. USDI/MMA/OCS study 90-0093, LGL Ecological Research Assoc., Bryan, Texas.

Russell, D. (2018). Assessing the impact of seismic surveys on South African fisheries. Technical Document ellaborated for the Responsible Fisheries Alliance.

Sabatini, M. E., y Álvarez Colombo, G. (2001). Seasonal pattern of zooplankton biomass in the argentinian shelf off southern Patagonian (45º-55ºS). Scientia Marina, 65 (1), 21-31.

Sabatini, M.E, Reta, R., Lutz., V. et al. (2016). Influence of oceanographic features on the spatial and seasonal patterns of mesozooplankton in the southern patagonian shelf (Argentina, SW Atlantic). J. Mar Syst 157, 20-38.

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

Schejter, l., Bremec, C.S., Escolar M. y Giberto, D.A. (2017). Plataforma externa y talud continental. En Bremec, C.S. y Giberto, D. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero en la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar Del Plata: 57-75.

Schejter, L., López Gappa, J. y Bremec, C. (2014). Epibiotic relationships on Zygochlamys patagónica (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae) increase biodiversity in a submarine canyon in Argentina. Deep-Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.), 104; 252-258.

Seco Pon, J. P.; Bastida, J.; Giardino, G. V.; Favero, M.; Copello, S. (2019) Seabirds east of Tierra del Fuego, Argentina during a 3d seismic survey; Neotropical Ornithological Society; Ornitología Neotropical; 30; 2-2019; 103-111

Segura, V., Lutz, V.A., Dogliotti, A.I., Silva, R., Negri, R., Akselman, R., y Benavides, H. (2013). Phytoplankton functional types and primary production in the argentine sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 491: 15-31.

Página 133 de 134

Southall B.L., Finneran J. J., Reichmuth C., Nachtigall P. E., Ketten D. R., Bowles A. E., Ellison W. T., Nowacek D. P. and Tyack P. K.. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations For Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals .45(2):125-232, Doi:10.1578/Am.45.2.2019.125

Upton, J., y Shaw, C.J. (2002). An overview of the oceanography and meteorology of the Falklands Islands. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 12, 15-25.

Urien, C.M., Zambrano, J.J. (1973). The geology of the basins of the argentine continental margin and Malvinas plateau. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (eds). The South Atlantic. Springer, Boston.

Violante, R.A. (2004). Coastal-marine processes and sediment supply during the post-lgm transgression in the northern part of the argentine continental shelf. 4th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental Shelves during the last glacial cycle", Abstracts 58-60, Roma-Ponza.

Violante, R.A. (2005). Submerged terraces in the continental shelf of Argentina and its significance as paleo-sea level indicators: the example of the rioplatense terrace. 5th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental Shelves during the last glacial cycle", Abstracts 97-99, San Petesburgo.

Violante, R.A., Costa, I.P., Cavallotto, J.L., Paterlini, C.M., Marcolini, S., y Bozzano, G. (2014). Rasgos morfosedimentarios, procesos y evolución de la plataforma continental argentina desde el último máximo glacial. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71 (2), 292-310.

Violante, R.A., y Parker, G. (2000). El holoceno en las regiones costeras y marinas del noreste de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 55, 337-351.

Violante, R.A., y Parker, G. (2004). The post-last glacial maximum transgression in the La Plata river and adjacent inner continental shelf, Argentina. Quaternary International 114, 167-181.

Wartzok, D. y Ketten, D. (1999). Marine mammal sensory systems. En: Reynolds, J. y Rommel, S. Biology of marine mammals. Smithsonian Institution press.

Página 134 de 134

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

Hoja Adicional de Firmas
Documentación personal

Número: RE-2021-123072903-APN-DTD#JGM

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Lunes 20 de Diciembre de 2021

Referencia: Documentación Complementaria

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 134 pagina/s.

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:45:58 -03:00

Santiago HEARNE - 20380290570
en representación de
EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA - 33716594209

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:45:59 -03:00