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

CAPÍTULO 5 - LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

DICIEMBRE DE 2021

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 29

2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA 30

2.1 ÁREA OPERATIVA 31

2.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE BIÓTICO 33

2.2.1 Antecedentes de los potenciales efectos sobre la biota marina asociados a la emisión de energía sonora 33

2.2.2 Derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas 42

2.2.3 Delimitación del Área de influencia del Componente Biótico 43

2.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE FÍSICO 43

2.4 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO 44

3 MEDIO FÍSICO 49

3.1 GEOLOGÍA 49

3.1.1 Estructura 52

3.1.2 Factores que condicionaron el modelado y sedimentación en el margen continental argentino 55

3.1.3 Estratigrafía y espesor sedimentario 63

3.1.4 Peligrosidad geológica 74

3.2 OCEANOGRAFÍA 77

3.2.1 Batimetría y lecho marino 77

3.2.2 Corrientes y masas de agua 80

3.2.3 Características de temperatura y salinidad 90

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

3.2.4 Mareas 101
3.2.5 Clima de olas 106
3.2.6 Parámetros físico-químicos del agua de mar 115
3.3 CLIMATOLOGÍA 116
4 MEDIO BIÓTICO 131
4.1 BENTOS 135
4.1.1 Comunidades fitobentónicas 137
4.1.2 Comunidades faunobentónicas 137
4.1.3 Comunidades de bivalvos y gasterópodos 139
4.1.4 Macrocrustáceos de interés económico y ecológico 140
4.1.5 Comunidades bentónicas en el área de adquisición de datos sísmicos AUS_105 -106 y MLO_121 151
4.2 PLANCTON 154
4.2.1 Fitoplancton 154
4.2.2 Zooplancton 159
4.2.3 Ictioplancton 171
4.3 NECTON 171
4.3.1 Peces y cefalópodos 171
4.3.2 Aves marinas 327
4.3.3 Mamíferos marinos 388
4.4 ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES 417
4.4.1 Áreas Naturales Protegidas, Reservas de Biosfera MAB-UNESCO y Sitios Ramsar 417
4.4.2 Áreas Protegidas de Alto Valor de Conservación como Potenciales Áreas Marinas Protegidas 429
4.4.3 Zonas de Protección Especial en el Litoral Argentino 432
4.4.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves AICAS 435
4.4.5 Corredores Migratorios de Aves y Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) 445
4.5 ESPECIES AMENAZADAS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 454
4.5.1 Peces 455
4.5.2 Aves 457

4.5.3 Mamíferos Marinos 460

5 MEDIO ANTRÓPICO 463

5.1 DESCRIPCIÓN A ESCALA REGIONAL 463

5.1.1 Contexto político administrativo 463

5.1.2 Localidades involucradas 466

5.1.3 Permisionarios de exploración y de reconocimiento superficial linderos 469

5.1.4 Navegación 470

5.1.5 Puerto de Puerto Deseado 478

5.1.6 Actividad pesquera 480

5.1.7 Empleo 488

5.1.8 Actividad Hidrocarburífera 489

5.1.9 Infraestructura 494

5.2 IDENTIFICACIÓN Y PLAN DE INVOLUCRAMIENTO DE PARTES INTERESADAS 498

5.2.1 Introducción y propósito 498

5.2.2 Regulaciones y requisitos 498

5.2.3 Identificación y mapeo de partes interesadas 500

5.2.4 Estrategia y enfoque hacia las aprtes interesadas 503

5.2.5 Procedimiento de quejas y reclamos 507

6 BIBLIOGRAFÍA 508

ANEXO I - CONSULTA DE LA FASE INICIAL CON LAS PARTES INTERESADAS 546

ANEXO II - COMUNICACIÓN CON LAS PARTES INTERESADAS 556

ANEXO III - DOCUMENTACIÓN DEL DIÁLOGO CON LAS PARTES INTERESADAS 557

DIÁLOGO CON CAPECA 557

DIÁLOGO CON IAE 568

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de distancias consideradas en los antecedentes para la definición de las áreas de influencia por grupo del medio biótico. 41

Tabla 2. Dimensiones de las áreas de influencia definidas 45

Tabla 3. Niveles de terrazas. Fuente: Violante et al. 2014 (ampliado a partir de las descripciones de Parker et al. 1997 y Violante 2005). 66

Tabla 4. Tipos sedimentarios de la plataforma. Fuente: Violante et al. 2014 (ampliado a partir de las descripciones de Parker et al. 1997). 67

Tabla 5. Subambientes y regiones geográficas de la plataforma. Fuente: Violante et al. 2014. 67

Tabla 6. Cronoestratigrafía representando los principales elementos de sistemas petrolíficos, megasecuencias, unidades sismoestratigráficas, *uncomformities* y fases tectónicas. Fuente: Baristeas et al. (2013). 69

Tabla 7. Descripción del material encontrado en testigos de fondo. Fuente: GeoMapApp (www.geomapapp.org). 73

Tabla 8. Alturas de marea (metros sobre el plano de reducción), correspondientes al pronóstico de mareas 2020 del Servicio de Hidrografía Naval. 106

Tabla 9. Análisis estadístico direccional de altura significativa de ola para la serie 2009-2018 en el nodo IFREMER 1 (arriba: número de eventos; abajo: %). 110

Tabla 10. Análisis estadístico direccional de altura significativa de ola para la serie 2009-2018 en el nodo IFREMER 2 (arriba: número de eventos; abajo: %). 111

Tabla 11. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores medios. 122

Tabla 12. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores medios (continuación). 123

Tabla 13. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores extremos. 123

Tabla 14. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Número medio de días. 124

Tabla 15. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Velocidad media del viento y frecuencia por dirección. 125

Tabla 16. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 1994-2019 de vientos horarios del SMN para la estación Río Grande. 126

Tabla 17. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 2009-2018 para el nodo IFREMER 1. 127

Tabla 18. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 2009-2018 para el nodo IFREMER 2. 128

Tabla 19. Organismos de la Provincia Magallánica. Fuente: Balech y Erlich, 2008. 134

Tabla 20. Diversidad de moluscos recolectados cercanos al área de adquisición de datos sísmicos.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

139

Tabla 21. Actividad pesquera de los buques centolleros congeladores en el Área III, por sector temporada 2016-2017. Esfuerzo pesquero expresado en número de trampas (tr), captura total y comercial en número de individuos (N° de ind), CPUE total (N° ind total/trampa y CPUE ST (N° individuos comerciales /trampa) estandarizados a 3 días de pesca. Fuente: Firpo et al. 2017. 148

Tabla 22. Capturas y CPUE (N° de ind. por trampa) total y comercial por jurisdicción. Campaña de evaluación de la centolla en el Área Sur, primavera 2018. Fuente: Firpo et al. 2018. 149

Tabla 23. Lista de la fauna bentónica obtenida con red de pesca frente a Tierra del Fuego. Fuente: elaboración propia. 153

Tabla 24. Taxas dominantes en varias fracciones de tamaño del fitoplancton y protozooplancton del rango 0.2 -200 micrones. Fuente: Sabatini et al. 2012. 167

Tabla 25. Especies registradas en el área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias. Fuente: Nakamura et al. (1986); Férnandez et al. (2010); Delpiani y Díaz de Astarloa (2012); Cousseau y Perrota (2013); Astarloa (2014); Astarloa et al. (2017). *Solo estadios larvales. 172

Tabla 26. Cefalópodos registrados para el área de influencia del proyecto y su categoría UICN. 239

Tabla 27. Distribución de densidad de huevos en función de la profundidad. Fuente: Ehrlich et al. 1999. 250

Tabla 28. Distribución de densidad de larvas en función de la profundidad. Fuente: Ehrlich et al. 1999. 250

Tabla 29. (cont): Distribución de densidad de larvas en función de la profundidad. Fuente: Ehrlich et al. 1999) 251

Tabla 30. Especies de peces presentes en el área de influencia, según su estado de conservación (UICN 2020). 256

Tabla 31. Distribuciones mensuales de los desembarques (t) provenientes del área Sur durante 2017. Fuente: Prosdocimi 2019. 275

Tabla 32. Cantidad de buques por flota que participaron en los desembarques provenientes del área Sur durante 2017. Fuente: Prosdocimi 2019. 275

Tabla 33. Desembarques (t) mensuales, correspondientes a cada una de las especies principales presentes en el área Sur. Fuente: Prosdocimi 2019. 276

Tabla 34. Abundancia de especies y barcos según la pesquería. Fuente: Prandoni 2018. 291

Tabla 35. Principales fuentes consultadas para ocurrencias de aves marinas. 328

Tabla 36. Especies de aves marinas presentes en el área de influencia del proyecto. 329

Tabla 37. Estado de conservación de las especies de aves marinas presentes. 333

Tabla 38. Especies de aves marinas vulnerables. 339

Tabla 39. Calendario reproductivo de *Diomedea epomophora*. Fuente: ACAP. 349

Tabla 40. Calendario reproductivo de *Diomedea exulans*. Fuente ACAP. 352

Tabla 41. Calendario reproductivo de *Phoebetria fusca*. Fuente ACAP. 354

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Tabla 42. Calendario reproductivo de *Thalassarche chlororhynchos*. Fuente: FS. 356

Tabla 43. Calendario reproductivo de *Thalassarche melanophris*. Fuente ACAP. 359

Tabla 44. Calendario reproductivo de *Talassarche chrysostoma* en sus sitios de anidación. Fuente: ACAP. 364

Tabla 45. Calendario reproductivo de *Thalassarche salvini*. Fuente ACAP. 366

Tabla 46. Calendario reproductivo de *Macronectes giganteus* en sus sitios de anidación. Fuente ACAP. 367

Tabla 47. Ciclo reproductivo de *Macronectes halli*. Fuente: ACAP. 371

Tabla 48. Calendario reproductivo de *Procellaria aequinoctalis* en las Islas Georgias del Sur. Fuente: ACAP. 376

Tabla 49. Principales fuentes consultadas para ocurrencias de mamíferos marinos. 388

Tabla 50. Especies de mamíferos marinos presentes. 389

Tabla 51. Estado de conservación de las especies de mamíferos marinos presentes. 391

Tabla 52. Especies de mamíferos marinos vulnerables. 395

Tabla 53. Áreas Protegidas de Tierra del Fuego. Fuente: SIFAP (http://www2.medioambiente.gov.ar/) APN, y Chevez et al. 2005. 420

Tabla 54. Principales áreas protegidas de las Islas Malvinas. Fuente Chevéz et al. 2005. 423

Tabla 55. Aves Playeras y Marinas migratorias del Sur de América del Sur. Fuente: Petracci et al. (2005). 447

Tabla 56. Estado de conservación de las especies de peces presentes área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias (UICN 2020). 455

Tabla 57. Estado de conservación de las especies de aves marinas presentes. 457

Tabla 58. Estado de conservación de las especies de mamíferos marinos presentes. 460

Tabla 59. Información de contacto correspondiente a las líneas navieras. Fuente: Ministerio de Transporte. 476

Tabla 60. Almacenes frigoríficos y plantas de procesamiento autorizados a exportar a la Unión Europea. (Año 2015). Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en SENASA. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 486

Tabla 61. Listado de partes interesadas en función de su categoría. 505

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área Operativa del proyecto. 32

Figura 2. Detalle del Área de Actividad. 33

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Figura 3. Zonas de impacto de las fuentes de ruido submarino, incluyendo la zona de audición, la capacidad de respuesta y las lesiones auditivas. La zona de lesión auditiva se divide a su vez en zonas de desplazamiento de umbral temporal y permanente (TTS y PTS). Fuente: adaptado de Government of South Australia, 2012. 35

Figura 4. Área de estudio y áreas de influencias del proyecto. 46

Figura 5. Detalle del Área de Influencia del Componente Biótico. 47

Figura 6. Detalle del Área de Influencia del Componente Antrópico. 48

Figura 7. Principales rasgos submarinos del sector continental e insular argentino y áreas AUS105, AUS106 y MLO121. Polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Modificado de COPLA (2017). 51

Figura 8. Esquema básico de la plataforma continental jurídica y su relación con el margen continental (cuando supera las 200 M desde las líneas de base desde las cuales se mide el mar territorial). Fuente: COPLA (2017). 52

Figura 9. Principales cuencas sedimentarias del margen continental argentino. Fuente: ENARSA (s/f). 53

Figura 10. Mapa estructural simplificado con los principales lineamientos de la región sur de Tierra del Fuego y su offshore atlántico. Polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Fuente: modificado de Tassone et al., 2008. 55

Figura 11. Mapa geomorfológico con indicación de las profundidades del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud (puntos negros). Fuente: Violante et al., 2014 (modificado de Parker et al., 1996). 57

Figura 12. Rasgos geomorfológicos del margen continental en la zona de estudio. Línea verde (a la derecha, arriba y abajo): 200 M; polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Fuente: modificado de COPLA (2017). 58

Figura 13. Mapa batimétrico de la plataforma, con indicación de paleolíneas de costas a diferentes profundidades. Se ilustran las de 30, 90 y 110 m según los detalles evidenciados en la plataforma bonaerense más la de 70 m que correspondería a la base de la terraza I, coincidente con el nivel del mar al momento de ocurrencia del período Younger Dryas. Fuente: Violante et al., 2014. 61

Figura 14. Área estudiada por Baristeas et al. (2013) en las cuencas Austral y Malvinas (polígono de línea blanca rayada). Las líneas negras corresponden a las isopacas, cuyos valores se indican en km, los círculos negros corresponden a perforaciones realizadas y las líneas naranjas representan las derrotas de dos líneas sísmicas. El polígono amarillo indica el área de actividad del presente proyecto. Fuente: modificado de Baristeas et al., 2013. 68

Figura 15. Espesor sedimentario de las unidades U5a/b. Fuente: Baristeas et al. (2013). 70

Figura 16. Líneas sísmicas O-E (arriba) y N-S (abajo) interpretadas. Ver ubicación en Figura 14. Fuente: Baristeas et al. (2013). 71

Figura 17. Cobertura sedimentaria superficial del lecho del margen continental argentino. El polígono turquesa indica el: área de actividad. Los puntos negros y sus leyendas corresponden a testigos de fondo. Modificado del Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino (2008). 72

Figura 18. Espesor sedimentario en las cuencas Austral y Malvinas. El polígono turquesa corresponde al área de actividad del proyecto. Las líneas negras corresponden a las isopacas. Fuente: Modificado de COPLA (2017). 74

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 19. Mapa de Zonificación Sísmica del Instituto Nacional de Prevención Sísmica de la Argentina (INPRES). Abajo a la izquierda se muestra un detalle de la zona de interés del proyecto. 76

Figura 20. Perfil S-N a lo largo del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud. R-M y A-B: zona influenciada por la actividad de los sistemas de cañones submarinos Río de la Plata-Mar del Plata y Ameghino-Alte. Brown respectivamente (para su ubicación ver Figura 11). Fuente: Violante et al. 2014. 78

Figura 21. Batimetría del área de estudio y posición de las transectas correspondientes a seis perfiles batimétricos. Fuente: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/ 79

Figura 22. Perfiles batimétricos correspondientes al área operativa del proyecto (ver ubicación en Figura 21). Fuente: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/ 80

Figura 23. Esquema de la circulación superior de las principales corrientes del Atlántico Sudoccidental. Las líneas negras corresponden al flujo de las aguas antárticas y subantárticas, asociadas con la Corriente Circumpolar Antártica y la corriente de Malvinas respectivamente. Las líneas rojas representan el flujo de las aguas subtropicales transportadas por la corriente de Brasil. Sobre la plataforma continental patagónica, las flechas azules y verdes representan las corrientes medias en superficie. Las isolineas finas de color negro muestran el campo de salinidad a 200 m de profundidad, usado para inferir parte del esquema de la circulación. En la confluencia Brasil-Malvinas se desarrolla un fuerte frente de salinidad que se extiende con un patrón meandroso hacia el interior del océano formando la corriente del Atlántico Sur. Fuente: Piola y Matano (2017). 82

Figura 24. Principales rasgos fisiográficos y corrientes de la plataforma continental patagónica. En gris se muestran las trayectorias de la rama norte de la Corriente Circumpolar Antártica (*Antarctic Circumpolar Current* -ACC-), la corriente del cabo de Hornos (*Cape Horn Current* -CHC-) y la corriente de Malvinas (*Malvinas Current* -MC). La línea fina amarilla corresponde al frente subantártico (*Subantarctic Front* -SAF-). Fuente: Guihou et al. (2020). 83

Figura 25. Distribución horizontal de la salinidad climatológica superficial de la plataforma continental argentina. Se resaltan las isohalinas que separan las distintas masas de agua (33,4 UPS y 33,8 UPS). Las abreviaturas corresponden a: agua costera de baja salinidad (*Low Salinity Coastal Water* -LSCW-), agua costera de alta salinidad (*High Salinity Coastal Water* -HSCW-), agua de plataforma (*Shelf Water* -SW-), agua de Malvinas (*Malvinas Water* -MW-) y frente de talud (*Shelf Break Front* -SBF-). Fuente: Bianchi et al., 2005. 84

Figura 26. Esquema del transporte medio total de la capa superior (0-200 m) del oceáno calculado con ROMS sobre la plataforma austral chilena (Southern Chilean Shelf -SCHS-), la región austral de la plataforma patagónica (Southern Patagonian Shelf -SPS1 y SPS2-), la plataforma de Malvinas (Malvinas Shelf -MiS-) y la cuenca de Malvinas (Malvinas Embayment -ME-). La escala de colores representa la salinidad media superficial arrojada por el modelo y los vectores representan la velocidad promedio en profundidad (entre la superficie y el fondo). Las flechas y cifras negras indican el transporte (en Sverdrup) integrado a través de cada una de las secciones. Fuente: Guihou et al (2020). 87

Figura 27. Posición sobre la plataforma (distancia desde la costa) de la isohalina de 33,5 UPS frente a Bahía Grande (aproximadamente 51°S; Figura 24) para distintos forzantes considerados en la simulación numérica. Las líneas representan los resultados obtenidos considerando los siguientes forzantes: únicamente la descarga a través del estrecho de Magallanes (cuadrados negros); descarga más vientos (triángulos azules); descarga más mareas (asteriscos verdes); descarga más mareas más vientos (rombos rojos); y descarga más mareas más vientos más corriente de Malvinas -MC- (círculos celestes). Fuente: Palma y Matano (2012). 89

Figura 28. Vectores de la velocidad promedio en la vertical sobre la plataforma continental patagónica,

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

resultantes de la simulación numérica que incluye todos los forzantes que actúan en la región. Las líneas grises indican las isobatas de 100 m y 200 m. Fuente: Palma y Matano (2012). 90

Figura 29. (a) Campo climatológico, derivado de observaciones, de la salinidad superficial de la plataforma patagónica. (b y c) Secciones climatológicas de salinidad correspondientes a las transectas CIII y CII. La linea blanca corresponde a la isohalina de 33,5.UPS. Fuente: Palma y Matano (2012). 91

Figura 30. Campo climatológico derivado de observaciones, sobre imagen de Google Earth, de la salinidad superficial de la región de estudio. La linea blanca corresponde a la isohalina de 33,5.UPS. El polígono magenta corresponde al área de actividad del proyecto. Fuente: modificado de Palma y Matano (2012). 92

Figura 31. Circulación general superficial en la plataforma patagónica (las flechas son proporcionales a la velocidad) según Sabatini et al. (2004), mostrándose las posiciones de las estaciones CTD realizadas hacia fines de los veranos del período 1994-2000. Nota: la corriente Patagónica se refiere a la denominación de Brandhorst y Castello (1971). 93

Figura 32. Diagrama T-S de la plataforma patagónica correspondiente al fin del verano. Se distinguen el agua costera o agua costera de baja salinidad (Coastal Water -CW-), el agua de plataforma (Shelf Water -SW-) y el agua de Malvinas (Malvinas Water -MW-). Fuente: Sabatini et al. (2004). 94

Figura 33. Estratificación térmica de la plataforma patagónica entre las latitudes de 47°S y 53° S correspondiente a mediciones realizadas en marzo de 1999. Con el objeto de ejemplificar los patrones típicos se seleccionaron estaciones CTD ubicadas en la plataforma media sobre la isobata de 100 m. Las flechas son proporcionales al flujo medio de calor sobre la superficie del mar según Esbensen y Kushnir (1981). Fuente: Sabatini et al. (2004). 96

Figura 34. Temperaturas medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004). 97

Figura 35. Salinidades medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004). 98

Figura 36. Densidades medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004). 99

Figura 37. Perfiles verticales de temperatura (a), salinidad (b) y densidad (c) a lo largo de una sección ubicada frente a Bahía Grande (51°S), correspondientes a la campaña de marzo de 1994. Los triángulos sobre la imagen superior representan la posición de las estaciones CTD realizadas sobre la transecta. Fuente: Sabatini et al. (2004). 100

Figura 38. Distribución horizontal del parámetro de estabilidad de Simpson: (a) valores medios y (b) varianzas correspondientes a las mediciones realizadas hacia fines de los veranos de los años 1994-2000. Fuente: Sabatini et al. (2004). 101

Figura 39. Ubicación de las estaciones de pronóstico de mareas (violeta: pronóstico de alturas, verde: pronóstico de corrientes) del Servicio de Hidrografía Naval. Se muestran los polígonos correspondientes a las áreas de concesión (magenta) y el área de actividad del proyecto (blanco). 102

Figura 40. Corriente de marea frente a Puerto Río Grande. Fuente: elaboración propia, a partir del pronóstico de mareas cada 6 horas publicado por el Servicio de Hidrografía Naval para el mes de enero de 2020. 103

Figura 41. Carta cotidal (cada 20º) y de isoamplitudes (cada 25 cm) de la componente principal lunar de marea (M2). Fuente: Serman & asociados s.a. (2010). 104

Figura 42. Cartas de isoamplitudes (expresadas en centímetros) para las principales componentes de marea, diurnas y semidiurnas. Información de base: alturas del nivel del mar de estaciones de marea y altimetría satelital. Fuente: D'Onofrio et al. (2016). 105

Figura 43. Altura significativa de ola media anual (en metros) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves. 107

Figura 44. Período de ola medio anual (en segundos) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves. 107

Figura 45. Ubicación de los nodos de la base de datos IFREMER analizados, sobre la batimetría de la región de estudio. Fuente de la batimetría: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/ 108

Figura 46. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1. hs izquierda, tp derecha, período 2009 a 2018. 109

Figura 47. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2. hs izquierda, tp derecha, período 2009 a 2018. 110

Figura 48. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1, hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 112

Figura 49. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1, tp dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 113

Figura 50. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2, hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 114

Figura 51. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2, tp dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 115

Figura 52. Temperatura de la superficie del mar (ºC) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997). 117

Figura 53. Temperatura del aire en superficie (ºC) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997). 118

Figura 54. Presión de superficie (hPa) correspondientes a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997). 119

Figura 55. Velocidad media del viento (m/s) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997). 120

Figura 56. Frecuencia del viento fuerte (>6 en escala Beaufort, línea llena) y vendaval (>8 Beaufort, línea punteada) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997). 121

Figura 57. Distribución direccional de la velocidad del viento de la serie 1994-2019 de vientos horarios del SMN para la estación Río Grande. 125

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 58. Rosas de los vientos para los nodos IFREMER 1 y 2, período 2009 a 2018. 127

Figura 59. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER 1, división estacional, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 129

Figura 60. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER 2, división estacional, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera. 130

Figura 61. Ubicación de las Corrientes marinas principales. Fuente: Piola y Matano, 2001. 132

Figura 62. Principales zonas frontales de alta productividad del cono sur. Fuente: Acha et al. 2004. 133

Figura 63. Ubicación de las Provincias zoogeográficas. Fuente: Menni et al. 2010 134

Figura 64. Ubicación del Banco Burdwood. Densidad de 15 especies de predadores tope (Datos y análisis del Proyecto Modelo del Mar WCS – CONICET). 136

Figura 65. Corales registrados en la plataforma continental argentina. Se indican las regiones en las que se han registrado altas densidades, que se corresponden con Ecosistemas Marinos Vulnerables. Los puntos celestes representan registros puntuales de diferentes especies de corales. Fuente: Allega et al. 2020. 136

Figura 66. Mapa con las estaciones definidas por Bastida et al., 1992, señalando la superposición con las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121. 138

Figura 67. Localización general de las estaciones realizadas en la campaña PD BB ABR. Las estaciones 37-41 fueron las más cercanas al área de área de adquisición de datos sísmicos (Schejter et al. 2017). 139

Figura 68. Distribución de la galera de mar en las costas argentinas. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015. 140

Figura 69. Distribución de las langostillas en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015. 141

Figura 70. Variaciones latitudinales en los parámetros reproductivos de *Munida gregaria*. [1]Dellatorre y Barón (2008), [2]Vinuesa yVarisco (2007), [3]Varisco (2013), [4]Tapella et al. (2002), [5]Lovrich (1999). 142

Figura 71. Distribución del centollón en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015. 143

Figura 72. Distribución de la centolla espinosa en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015. 144

Figura 73. Distribución geográfica de la centolla Patagónica, *Lithodes santolla*, en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015. 145

Figura 74. Distribución espacio temporal de la centolla, *Lithodes santolla*, indicándose las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al. 2020. 147

Figura 75. Distribución espacial de las CPUE total, N° individuos totales/trampa (A) y CPUE st (B), N° individuos comerciales /trampa) estandarizados a 3 días de pesca. Temporada de pesca de centolla con buques congeladores, noviembre-diciembre de 2016, en aguas nacionales del Área III. Fuente: Firpo et al. 2017. 148

Figura 76. Distribución espacial de los lances de pesca realizados por cada buque comercial durante la campaña de evaluación de centolla patagónica (*Lithodes santolla*), al sur del 48° S (Área Sur).

Primavera 2018. Fuente: Firpo et al. 2018. 149

Figura 77. Distribución espacial de las capturas nulas de centolla (X) correspondientes a la campaña de evaluación de la centolla en primavera 2018 (A) y primavera 2017 (B). Se destaca en ambos mapas el sector de pesca asignado al Buque Chiyo Maru N° 3, en cada temporada (sombreado) y con un círculo los lances sin captura de individuos comerciales. Fuente: Firpo et al 2018. 150

Figura 78. Distribución estacional de los desembarques (t) comerciales de centolla *Lithodes santolla*, provenientes de la flota centollera durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 151

Figura 79. Localización general de las estaciones muestreadas durante la campaña PD BB ABR 2017 a bordo del BO Puerto Deseado. 152

Figura 80. Fotografías de las capturas cercanas al área de adquisición de datos sísmicos. 153

Figura 81.Esquema de las principales zonas frontales de la ZEEA, realizado sobre la base de un mapa de temperatura superficial del amr. Fuente: Allega et al. 2020. 155

Figura 82. Distribución media de clorofila-a satelital (1998-2004) donde pueden identificarse los 6 frentes de alta productividad del mar argentino. Fuente: Romero, 2008. El recuadro violeta indica el área de adquisición de datos sísmicos. 157

Figura 83. Clorofila superficial de CSAT (mg/m-3) de Verano en Bahía Grande. FPA indica la posición del frente de Patagonia austral. La línea gruesa a trazos encierra la región con bajo parámetro de Simpson Hunter. Fuente: Romero, 2008. El recuadro verde representa el área adquisición de datos sísmicos. 158

Figura 84. Mapas de distribución de clorofila satelital en las cuatro estaciones de 2018: verano (enero-febrero-marzo), otoño (abril-mayo-junio), invierno (julio-agosto-septiembre) y primavera (octubre-noviembre-diciembre). Imágenes MODIS AQUA de 4 km de resolución compuestos cada 3 meses, procesadas por el Subprograma de sensoramiento Remoto del INIDEP. Fuente: Allega et al., 2020. 159

Figura 85. Diversidad del zooplancton comparando el océano, el mar patagónico y sus adyacencias Fuente: Boltovskoy et al. 1999. 160

Figura 86. Abundancia relativa de las especies de copépodos y macrozooplancton a lo largo de distintas transectas que atraviesan la plataforma. El recuadro naranja indica la transecta de la plataforma sur, cercana al área de adquisición de datos sísmicos. MSW: Aguas del Estrecho de Magallanes; SASW: Aguas de la plataforma subantártica. 161

Figura 87. Distribución y abundancia de especies del zooplancton en el Mar Argentino. Fuente: Cepeda et al. 2018. 162

Figura 88. Distribución de la biomasa total del zooplancton en aguas de la plataforma. A- biomasa total, B- fracción < 5mm, C-anfipodos y D-eufásidos. Fuente: Sabatini, 2008. 164

Figura 89. Distribución de la biomasa de copépodos. Fuente: Sabatini, 2008. 165

Figura 90. Distribución estacional de la biomasa total de zooplancton en las aguas internas de la plataforma continental de la Patagonia Austral. Fuente: Sabatini, 2001. 166

Figura 91. Distribución del fitoplancton y protozooplancton en la plataforma sur patagónica, durante primavera 2005. Fuente: Sabatini et al. 2012. 167

Figura 92. Distribución de la población de copépodos en la plataforma sur patagónica, al principio de la primavera. Fuente: Sabatini et al. 2012. 168

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Figura 93. Área de estudio de la plataforma Argentina y Uruguaya tomada del trabajo de Díaz Britz et al. (2017). Las áreas coloreadas indican las diferentes zonas frontales de la región. Los puntos negros corresponden al total de muestras por red de arrastre y los puntos rojos representan donde hubo ocurrencia de ZG en los estómagos de los peces. 169

Figura 94. Resultados del análisis estomacal. Fuente: Diaz Britz et al. 2017. a) Número de estómagos con el ítem ZG y su equivalente en %; b-d) distribución espacial de los estómagos de peces con: b- Ctenoforos, c- salpas y d-medusas. 170

Figura 95. Distribución de las especies de *Myxine* en el Mar Atlántico Sur. *M. australis y M. affinis* están representadas con un único símbolo en el Estrecho de Magallanes, pero fueron colectadas en varias estaciones alrededor del estrecho. Fuente: Mincarone y Soto, 2001 175

Figura 96. Distribución geográfica de *Myxine australis*. Fuente: Mincarone, 2012. 176

Figura 97. Distribución de *N. tridentiger*. Los rangos de colores indican el grado de adecuabilidad del hábitat interpretado como la probabilidad de ocurrencia Fuente: http://www.iobis.org/ 176

Figura 98. Esquema de la distribución zoogeográfica y áreas sensibles de rayas, asociadas con alta riqueza de especies, diversidad funcional, reproducción y alimentación. Fuente: Allega et al., 2020. 177

Figura 99. Esquema de la distribución zoogeográfica y áreas sensibles de tiburones, asociadas con alta riqueza de especies, diversidad funcional, reproducción y alimentación. Fuente: Allega et al., 2020. 178

Figura 100. Distribución geográfica de *S. acanthias*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 179

Figura 101. Distribución de *S. antarticus*. Los rangos de colores indican el grado de adecuabilidad del hábitat interpretado como la probabilidad de ocurrencia Fuente: http://www.iobis.org/. 181

Figura 102. Distribución espacial anual de los lances pesqueros con *Lamna nasus*, por la flota surimera en el Atlántico sudoccidental de 2006-2014. Fuente: Cortes et al. 2017. 182

Figura 103. Distribución de *S. bivius* en el Mar Argentino. Fuente: Wõhler et al. 2011. 183

Figura 104. Abundancia de *S. bivius* (t/mn^2) en la plataforma patagónica sur. Fuente: Sanchez et al. 2009. 183

Figura 105. Mapa del área de estudio mostrando las campañas pesqueras VA 03/19 con capturas (círculos) y sin capturas (cruces) para *S. bivius*, y la distribución de tallas en longitud STD para machos (barras blancas) y hembras (barras negras) capturados y el número de especímenes muestreados. Fuente: Colonello et al. 2020. 184

Figura 106. Distribución espacial de *S. bivius* en el océano Atlántico Sudoccidental entre los 34°S y 55°, mostrando las estaciones muestreadas (a) y rectángulos de 1° latitud por 1° longitud. Puntos y recuadros sin captura se muestran en gris. Fuente: Colonello et al. 2020. 185

Figura 107. Área de distribución de *B. macloviana.* Fuente: Cousseau et al. 2010. 186

Figura 108. Distribución geográfica de *B. brachyurops*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 187

Figura 109. Distribución de *B. brahyurops* en función de profundidad y latitud (1993-1994). Fuente: Belleggia et al. 2014. 187

Figura 110. Distribución y densidad de *B. albomaculata* (t/mn^2). Fuente: Ruocco et al. 2012. 188

Figura 111. Distribución de *B. albomaculata* según profundidad y latitud. Fuente: Belleggia et al. 2014.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

188

Figura 112. Distribución de *B. magallanica* en la plataforma sur patagónica. Fuente: Cousseau et al. 2010. 189

Figura 113. Densidad de *B. magallanica* Fuente: Ruocco et al. 2006. 189

Figura 114. Distribución preliminar de *B. cousseauae.* Fuente: Diaz de Astarloa y Mabragaña 2004. 190

Figura 115. Distribución geográfica de *Z. chilensis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 191

Figura 116. Distribución geográfica de *P. normani*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 192

Figura 117. Distribución geográfica de *P. rudis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 193

Figura 118. Distribución geográfica de *C. callorhynchus*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 194

Figura 119. Distribución geográfica de *M. orangiensis*. El rango de colores indica el grado de idoneidad del hábitat que puede interpretarse como probabilidades de ocurrencia. Fuente: http://www.iobis.org/ 195

Figura 120. Área de distribución de la merluza común (*Merluccius hubbsi*), presentando las áreas reproductivas, de cría y de mayor densidad. Fuente: Allega et al. 2020. 196

Figura 121. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de merluza común *Merluccius hubbs*i, durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 198

Figura 122. Distribución geográfica de *M. australis* en el Mar Argentino. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 199

Figura 123. Espectro trófico (%F) de *Merluccius australis* en el océano Atlántico Sudoccidental. Fuente: Giussi et al 2016 200

Figura 124. Densidad (tnm^{-2}) de *Merluccius australis* en relación con la temperatura y la salinidad del fondo. Fuente: Giussi et al. 2016. 200

Figura 125. Concentraciones relativas de *Merluccius australis* estimadas durante la campaña de verano. Fuente: Giussi et al. 2016. 201

Figura 126. Caladeros de *Merluccius australis* en el Océano Atlántico Sudoccidental por rectángulo estadístico de 1° de latitud y 1° de longitud, entre los años 2006-2012. Fuente: Giussi et al. 2016. 201

Figura 127. Distribución estacional de *Merluccius australis.* A) Verano (1993-1998), B) Otoño (1993), C) Invierno (1993), D) Primavera (1994). Fuente: Giussi et al. 2004 202

Figura 128. Esquema de la distribución espacio temporal de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, se indican las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al. 2020. 203

Figura 129. Distribución de la merluza de cola según su estadio de vida. Fuente: Giussi et al. 2016. 204

Figura 130. Distribución de áreas de reproducción, huevos y larvas (Giussi et al. 2016). Los óvalos negros indican las áreas de reproducción y los grises las áreas de puesta y de cría. 205

Figura 131. Espectro trófico de la merluza de cola. Fuente: Giussi et al. 2016. 206

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 132. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de merluza de cola *Macruronis magellanicus*, durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 207

Figura 133. Distribución geográfica de *S. australis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 208

Figura 134. Distribución geográfica de *S. australis*. Fuente: Wöhler et al. 2004. 209

Figura 135. Distribución geográfica de *Salilota australis* y su variación estacional. A: Primavera; B: Verano; C. Otoño; D. Invierno. Fuente: Cassia y Hansen 2005. 209

Figura 136. Distribución geográfica de *N. marginata*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 210

Figura 137. Esquema de la distribución espacio temporal de la polaca *Micromesistius australis*, se indican las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega 2020. 212

Figura 138. Esquema de migración trófica y reproductiva de *M. australis.* Fuente: Cañete et al 2008. 213

Figura 139. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de polaca *Micromesistius australis* período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 214

Figura 140. Distribución geográfica de *C. fasciatus* en el Mar Argentino. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 215

Figura 141. Distribución geográfica de *C. holotrachys*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 216

Figura 142. Registros de ocurrencias de *T. naressi.* Fuente: https://www.gbif.org/ 217

Figura 143. Distribución geográfica de *A. tricholepis*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 217

Figura 144. Distribución geográfica de *N. milfordi*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 218

Figura 145. Registros de ocurrencias de *A. chiloensis.* Fuente: https://www.gbif.org/ 219

Figura 146. Distribución geográfica de *C. granulosus*. El rango de colores indica el grado de idoneidad del hábitat que puede interpretarse como probabilidades de ocurrencia. Fuente: http://www.iobis.org/. 219

Figura 147. Distribución geográfica de *P. marmoratus*. El rango de colores indica el grado de idoneidad del hábitat que puede interpretarse como probabilidades de ocurrencia. Fuente: http://www.iobis.org/. 220

Figura 148. Distribución geográfica de C. pallidus. El rango de colores indica el grado de idoneidad del hábitat que puede interpretarse como probabilidades de ocurrencia. Fuente: http://www.iobis.org/ 220

Figura 149. Distribución geográfica de *C. pallidus*. El rango de colores indica el grado de idoneidad del hábitat que puede interpretarse como probabilidades de ocurrencia. Fuente: http://www.iobis.org/. 221

Figura 150. Distribución geográfica de *M. patagónica*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 222

Figura 151. Distribución geográfica de *C. fasciatus.* Fuente: Nakamura et al. 1986. 222

Figura 152. Distribución geográfica de *S. brasiliensis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 223

Figura 153. Posición de las capturas de hembras de merluza negra. Cruces: período otoño-invierno;

cuadrados: período invierno-primavera. Fuente: Pájaro et al. 2005. 225

Figura 154. Lances en los cuales se capturaron hembras de merluza negra en post-puesta. Fuente: Pájaro et al. 2005. 225

Figura 155. Ubicación de los lances realizados con palangre donde se detectaron hembras en desove (estadio 3). Fuente: Pajaro et al. 2009. 225

Figura 156. Porcentaje de estadios de maduración gonadal de machos y hembras de merluza negra en función de la profundidad. Sector Sur. Fuente: Pajaro et al. 2009. 226

Figura 157. Esquema de la distribución espacio temporal de la merluza negra *Dissostichus eleginoides,* se indican las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al 2020. 227

Figura 158. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de merluza negra *Dissostichus eleginoides*, durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 228

Figura 159. Distribución de *P. ramsayi*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 229

Figura 160. Distribución geográfica de *P. tessellata*. Fuente: Nakamura et al.1986. 230

Figura 161. Distribución geográfica de *Patagonotothen wiltoni* (tomado de Nakamura et al. 1986). 230

Figura 162. Distribución de *E. maclovinus*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013. 231

Figura 163. Distribución geográfica de *C. gobio*. Fuente: Nakamura et al. 1986. 232

Figura 164. Distribución de geográfica de thyristes atun. Fuente: Nakamura et al. 1986. 233

Figura 165. Esquema de la distribución espacio temporal de la sardina fueguina, *S. fueguensis*, indicándose las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al. 2020. 235

Figura 166. Esquema de la distribución espacio temporal de abadejo, *Genypterus blacodes* en el Mar Argentino, se indican las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al. 2020. 237

Figura 167. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de abadejo, *Genypterus blacodes*, durante el periodo 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 238

Figura 168. Perfil de distribución de los principales géneros de calamares (tomado de Brunetti et al., 1999). 239

Figura 169. Distribución de *Doryteuthis gahi.* Fuente: Jereb y Roper 2010. 240

Figura 170. Abundancias relativas (N° ind/m^2) de *Loligo gahi* y su distribución estacional en las muestras de 1992 y 1994. 241

Figura 171. Esquema de la migración ontogenética de machos (negro) y hembras (blanco). Fuente: Arkhipkin et al. 2013. 242

Figura 172. Abundancias relativas (N° ind/m^2) de *Loligo gahi* y su distribución estacional en las muestras de 1992 y 1994. 242

Figura 173. Distribución de áreas de cría, reproducción, alimentación, distribución y densidad de *Illex argentinus*. Fuente: Allega et al. 2020. 245

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Figura 174. Distribución de los desembarques (t) por trimestre del calamar argentino, *Illex argentinus*, durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 246

Figura 175. Captura promedio en plataforma de Tierra del Fuego utilizando red Engel. Fuente: Álvarez Colombo et al. 2018. 248

Figura 176. Captura promedio en plataforma de Tierra del Fuego utilizando red Piloto Fuente: Álvarez Colombo et al. 2018. 249

Figura 177. Densidad de larvas de notetenidos. Fuente: Ehrlich 1999. 252

Figura 178. Densidad de larvas de *Agonopsis chiloensis, Eleginops maclovinus, Macruronus magellanicus* y *Sprattus nototenidos* en la plataforma de Tierra del Fuego. Fuente: Ehrlich 1999. 252

Figura 179. Densidad de larvas de Mycophidae*, Gymnoscopelus* spp. y *Micromesistius australis* en la plataforma de Tierra del Fuego. Fuente: Ehrlich 1999. 253

Figura 180. Densidad de larvas de *Protmyctophum* spp., *Kreffichtjys anderssoni* y *Bathylagus antarticus* en la plataforma de Tierra del Fuego. Fuente: Ehrlich 1999. 253

Figura 181. Densidad de paralarvas y juveniles de *Sprattus fueguensiis, Ramnogaster arcuata, Micromesistius australis* y Nototenidos en la plataforma de Tierra del Fuego. Fuente: Ehrlich 1999. 254

Figura 182. Ocurrencia de larvas mictofidas en el área de estudio. Fuente: Bertolotti et al. (1996). 255

Figura 183. Distribución y abundancia de larvas de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) Fuente: Machinandiarena y Ehrlich, 1999. 255

Figura 184. Porcentaje de especies de peces clasificadas en el área de influencia del proyecto según las categorías UICN (2020). 258

Figura 185. Representación de los conjuntos pesqueros. 1: Conjunto bonaerense costero; 2: Conjunto de la plataforma interna y externa de los sectores patagónicos hasta los 48° S.; 3: Conjunto de los Golfo Matías, San José y Golfo Nuevo; 4: Conjunto austral de la plataforma patagónico–fueguina y malvinense; 5: Conjunto de aguas profundas del talud continental. Fuente: Boschi et al. 2001. 259

Figura 186. Principales especies descargadas en 2017. Fuente: Prosdocimi 2019. 260

Figura 187. Características de la flota de rada. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php). 261

Figura 188. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota de rada o ría. a): verano; b) otoño; c) invierno; d: primavera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php. 261

Figura 189. Características de la flota costera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 262

Figura 190. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota costera. a): verano; b) otoño; c) invierno; d): primavera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 263

Figura 191. Características de la flota fresquera de altura. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 264

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Figura 192. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota fresquera de altura a): verano; b) otoño; c) invierno; d): primavera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 265

Figura 193. Características de buque arrastrero. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 265

Figura 194. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota arrastrera a): verano; b) otoño; c) invierno; d): primavera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 266

Figura 195. Características de la flota palangrera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 266

Figura 196. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota palangrera a): verano; b) otoño; c) invierno; d): primavera. Tomado de Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 267

Figura 197. Distribución de la flota palangrera entre 2001 a 2010; B: flota orientada la captura de *D. chilensis*; C: flota orientada a la captura de *D. eleginoides*; D: flota orientada a la captura de *G. blacodes*. Fuente: Favero et al. 2013. 268

Figura 198. Características de la flota tangonera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 269

Figura 199. Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota tangonera. a): verano; b) otoño; c) invierno; d): primavera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 269

Figura 200. Características de la flota potera. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php) 270

Figura 201: Distribución estacional del esfuerzo pesquero de la flota potera a): verano; b) otoño; c) invierno. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-AVES/index.php 270

Figura 202. Zonas de pesca de condrictios en 2008. A) gatuzo; B) pez ángel; C) otros tiburones; E) rayas capturadas por arrastre; F) rayas pescadas por palangre. La escala de colores indica capturas en kilogramos por unidad de información. Fuente: Wőhler et al. 2011. 271

Figura 203. Número de buques que reportaron capturas de peces demersales australes por tipo de flota (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 272

Figura 204. Porcentaje anual de buques argentinos que reportaron capturas de peces demersales australes por especie y tipo de flota (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 272

Figura 205. Distribución de los desembarques promedio en el periodo 2013-2017 provenientes de las zonas licitadas (norte y sur) para explotación petrolera según Res. 197/2018. Fuente: Prosdocimi 2019. 273

Figura 206. Distribución de los desembarques (t) por trimestre, realizados por la flota comercial argentina en la ZEEA, durante el período 2013-2017. Fuente: Prosdocimi 2019. 274

Figura 207. Estacionalidad de la operatoria de la flota en el área Sur (según Res. 197/2018) durante el 2007. Fuente: Prosdocimi 2019. 275

Figura 208. Distribución mensual de los desembarques (t) proveniente del área sur, durante el 2017. Fuente: Prosdocimi 2019. 276

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 209. Localización de buques pesqueros respecto al área de influencia directa (rectángulo blanco). Fuente: www.globalfishingwatch.org. 277

Figura 210. Localización de buques pesqueros respecto al área de influencia directa (rectángulo blanco). Fuente: www.globalfishingwatch.org. 278

Figura 211. Localización de buques pesqueros respecto al área de influencia directa (rectángulo blanco). Fuente: www.globalfishingwatch.org. 279

Figura 212. Desembarque promedio anual (t) de las especies de peces demersales australes en puertos argentinos (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 280

Figura 213. Distribución estacional de los desembarques de la flota centollera (2013-2017). Fuente: Allega et al 2020 281

Figura 214. Mapa de capturas de *D. gahi* (n=12.885) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018. 282

Figura 215. Perfil de profundidades medias en latitud de los lances de pesca de la especie (puntos). La línea discontinua representa la profundidad máxima de aparición. Fuente: Prandoni 2018. 283

Figura 216. Mapa de capturas de *O. ingens* (n=11.678) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018. 284

Figura 217. Perfil de profundidades medias en latitud de los lances de pesca de la especie (puntos). La línea discontinua representa la profundidad máxima de aparición. Fuente: Prandoni 2018. 284

Figura 218. Mapa de capturas de *F. knipovitchi* (n=13) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018.285

Figura 219. Perfil de profundidades medias en latitud de los lances de pesca de la especie (puntos). La línea discontinua representa la profundidad máxima de aparición. Fuente: Prandoni 2018. 285

Figura 220. Mapa de capturas de *M. hyadesi* (n=370) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018. 286

Figura 221. Perfil de profundidades medias en latitud de los lances de pesca de la especie (puntos). La línea discontinua representa la profundidad máxima de aparición. Fuente: Prandoni 2018. 287

Figura 222. Mapa de capturas de Architeuthidae (n=5) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018.287

Figura 223. Variación anual de la captura de calamar (datos tomados del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca https://www.argentina.gob.ar/agricultura-ganaderia-y-pesca). 288

Figura 224. Capturas comerciales registradas entre 1993 y 1999. Fuente: Brunetti et al. 2000. 289

Figura 225. Mapa de capturas de *E. megalocyathus* (n=23) en el mar argentino. Fuente: Prandoni 2018. 289

Figura 226. Perfil de profundidades medias en latitud de los lances de pesca de la especie (puntos). La línea discontinua representa la profundidad máxima de aparición. Fuente: Prandoni 2018. 290

Figura 227. Mapas con los lances de pesca de especies de Cefalópodos clasificados por flota pesquera. A- Línea discontinua: congeladores merluceros (azul): línea de puntos: Tangoneros (rojo); Línea continua: Fresquero Anchoíta (negro). B- Línea discontinua: Congeladores de especies australes (azul); línea continua: surimeros (rojo); línea discontinua con puntos: Flota costera fresquera variada (morado), línea de puntos: Fresqueros merluceros (negro). Fuente: Prandoni 2018. 292

Figura 228. Número de especies de condrictios. La línea azul representa los frentes marinos. Fuente: Lucifora 2012. 293

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 229. Distribución de sectores con alta y baja diversidad y de esfuerzo pesquero de condrictios. Fuente: Lucifora 2012. 294

Figura 230. Esquema de la distribución zoogeográfica y áreas sensibles de condricteos, asociadas con alta riqueza de especies, diversidad funcional, reproducción y alimentación. Fuente: Allega et al. 2020. 295

Figura 231. Distribución de los desembarques (t) por trimestre de condrícteos, durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020. 296

Figura 232. Total de las capturas obtenidas del conjunto íctico austral en el océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 297

Figura 233. Desembarque promedio anual (t) de las especies de peces demersales australes en puertos argentinos (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 297

Figura 234. Total de las capturas obtenidas de bacalao austral en el océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 298

Figura 235. Número de buques argentinos que reportaron capturas de bacalao austral por tipo de flota para el periodo 2004-2016. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 298

Figura 236. Captura anual argentina (t) de bacalao austral por tipo de flota (periodo 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 299

Figura 237. Desembarque anual (t) de bacalao austral en los principales puertos argentinos (2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 299

Figura 238. Captura anual (t) de bacalao austral declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 300

Figura 239. Captura anual (t) de bacalao austral declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2013-2016). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 301

Figura 240. Captura anual (t) de bacalao austral declarada por la flota argentina, la flota uruguaya y la flota extranjera que operó en la ZEEA (Período 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 301

Figura 241. Captura mensual (t) de bacalao austral declarada por la flota argentina 2004-2013. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 302

Figura 242. Captura mensual (t) de bacalao austral declarada para la flota argentina (2016). La línea corresponde al promedio mensual del período analizado. Fuente: Gorini y Giussi 2018 302

Figura 243. Captura anual (t) de merluza austral declarada por la flota argentinas y por la flota extranjera que operó en la ZEEA (Período 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018). 303

Figura 244. Total de las capturas obtenidas de merluza austral en el océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 303

Figura 245. Número de buques argentinos que reportaron capturas de merluza austral por tipo de flota para el periodo 2004-2016. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 304

Figura 246. Captura anual argentina (t) de merluza austral por tipo de flota (periodo 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 304

Figura 247. Desembarque anual (t) de merluza austral en los principales puertos argentinos (2016).

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Fuente: Gorini y Giussi 2018. 305

Figura 248. Captura anual (t) de merluza austral declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 306

Figura 249. Captura anual (t) de merluza austral declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2013-2016). Circulo negro: captura flota Argentina. Triangulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 307

Figura 250. Captura mensual (t) de merluza austral declarada por la flota argentina que operó en la ZEEA (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 307

Figura 251. Captura mensual (t) de merluza austral declarada por la flota argentina (2016). La línea corresponde al promedio mensual del periodo analizado Fuente: Gorini y Giussi 2018. 308

Figura 252. Total de las capturas obtenidas de merluza en el Océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 308

Figura 253. Número de buques argentinos que reportaron capturas de merluza de cola por tipo de flota para el periodo 2004-2016. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 309

Figura 254. Captura anual argentina (t) de merluza de cola por tipo de flota (periodo 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 309

Figura 255. Desembarque anual (t) de merluza de cola en los principales puertos argentinos (2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 309

Figura 256. Captura anual (t) de merluza de cola declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 310

Figura 257. Captura anual (t) de merluza de cola declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2013-2016). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 311

Figura 258. Captura mensual (t) de merluza de cola declarada por la flota argentina que operó en la ZEEA (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 312

Figura 259. Captura mensual (t) de merluza de cola declarada por la flota argentina (2016). La línea corresponde al promedio mensual del periodo analizado Fuente: Gorini y Giussi 2018. 312

Figura 260. Total de las capturas obtenidas de merluza negra en el Océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 313

Figura 261. Número de buques argentinos que reportaron capturas de merluza negra por tipo de flota para el periodo 2004-2016. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 313

Figura 262. Captura anual argentina (t) de merluza negra por tipo de flota (periodo 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 314

Figura 263. Desembarque anual (t) de merluza negra en los principales puertos argentinos (2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 314

Figura 264. Captura anual (t) de merluza negra declarada por la flota arrastrera argentina por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 315

Figura 265. Captura anual (t) de merluza negra declarada por la flota arrastrera por cuadrado

estadístico de pesca (2013-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 316

Figura 266. Captura anual (t) de merluza negra declarada por la flota palangrera argentina por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 317

Figura 267. Captura anual (t) de merluza negra declarada por la flota palangrera argentina por cuadrado estadístico de pesca (2013-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 318

Figura 268. Captura mensual (t) de merluza negra declarada por la flota argentina que operó en la ZEEA (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 318

Figura 269. Captura mensual (t) de merluza negra declarada por la flota argentina (2016). La línea corresponde al promedio mensual del periodo analizado Fuente: Gorini y Giussi 2018. 319

Figura 270. Total de las capturas obtenidas de polaca en el Océano Atlántico Sudoccidental desde el año 1980 hasta la actualidad. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 319

Figura 271. Número de buques argentinos que reportaron captura de polaca por tipo de flota para el periodo 2004-2016. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 320

Figura 272. Captura anual argentina (t) de polaca por tipo de flota (periodo 2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 320

Figura 273. Desembarque anual (t) de polaca en los principales puertos argentinos (2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 320

Figura 274. Captura anual (t) de polaca declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2004-2012). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 321

Figura 275. Captura anual (t) de polaca declarada por la flota argentina y por la flota extranjera que operó en la ZEEA por cuadrado estadístico de pesca (2013-2016). Círculo negro: captura flota Argentina. Triángulo abierto captura flota extranjera. Fuente: Gorini y Giussi 2018. 322

Figura 276. Captura mensual (t) de polaca declarada por la flota argentina que operó en la ZEEA (2004-2016). Fuente: Gorini y Giussi 2018. 323

Figura 277. Captura mensual (t) de polaca declarada por la flota argentina (2016). La línea corresponde al promedio mensual del periodo analizado Fuente: Gorini y Giussi 2018. 323

Figura 278. Capturas de abadejo de la flota arrastrera argentina entre 1996 y 1999. Fuente: Gorini et al. 2015. 324

Figura 279. Distribución de desembarques de abadejo, periodo 2013-217. Fuente: Allega et al 2020 325

Figura 280. Capturas de abadejo. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/agricultura-ganaderia-y-pesca 326

Figura 281. Variación mensual de captura de abadejo entre 2003 y 2012. Fuente: Gorini et al. 2015.326

Figura 282. Desembarcos de abadejo según el tipo de flota para el período 2003-2012. Fuente: Gorini et al. 2015. 327

Figura 283. Distribución de la abundancia total de aves marinas (conteos con presencia de aves) en aguas al este de la Bahía de San Sebastián, entre 21 de agosto al 6 de noviembre de 2012, durante la prospección de un buque sísmico durante momentos sin actividad de exploración sísmica. Cada marca representa un conteo individual. La doble línea punteada representa el límite exterior

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

del área prospectada. Fuente: Seco Pon et al 2019. 332

Figura 284. Distribución global de *Spheniscus magellanicus*. Fuente: FS 340

Figura 285. Distribución de Pingüino Patagónico. Fuente: Vanstreels et al 2017. 341

Figura 286. Concentración de registros satelitales de pingüinos marcados. A marzo abril. B. Mayo. C. junio, Fuente: Pütz et al 2007. 341

Figura 287. Distribución de Pingüino Patagónico durante el invierno. Gris machos, rojo hembras. Fuente: Barrionuevo et al 2019. 342

Figura 288. Áreas de alimentación de poblaciones de *Spheniscus magellanicus* en distintas épocas del año. Fuente: Atlas del Mar Patagónico. 343

Figura 289. Áreas de alimentación de pingüinos patagónicos provenientes de distintas colonias. Los de cabo Vírgenes se alimentan en el área de adquisición de datos sísmicos. Fuente: Wilson et al. 2005. 343

Figura 290. Distribución de *Eudyptes chrysolophus*. A. Distribución global. B. Distribución en el Mar patagónico. En rojo las áreas de reproducción, en verde la distribución de poblaciones residentes, en azul la distribución de individuos no reproductivos. Fuente: A. UICN. B. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia, 2019 344

Figura 291. Distribución de *Eudyptes chrysocome*. A Distribución global. B. Distribución en el Mar patagónico. En rojo las áreas de reproducción, en azul la distribución de individuos no reproductivos. Fuente. A. UICN. B. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia, 2019. 346

Figura 292. Áreas de distribución invernal de pingüinos penacho amarillo provenientes de la Isla de los Estados y de las Islas Malvinas. Las zonas sombreadas más oscuros corresponden a las áreas principales de alimentación invernal. Fuente: Putz et al 2006. 347

Figura 293. Distribución global de *Diomedea epomophora*. Fuente: FS. 348

Figura 294. Distribución global de *Diomedea sanfordi*. Fuente: FS. 350

Figura 295. Áreas de alimentación de individuos no reproductivos de *D. sanfordi* provenientes de las colonias de Chathams y Taiaroa Head (Nueva Zelandia). Izq. adultos con reproducción fallida, seguidos satelitalmente entre enero y octubre. Der. Áreas de alimentación de adolescentes seguidos entre marzo y noviembre. Fuente: BirdLife International 2004. 350

Figura 296. Distribución global de *Diomedea exulans*. Fuente FS. 351

Figura 297. Datos de seguimiento satelital de *D. exulans*. A. Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 353

Figura 298. Distribución global de *Phoebetria fusca.* Fuente FS. 354

Figura 299. Datos de seguimiento satelital de *Phoebetria fusca* de individuos marcados en la isla Gough y Crozet. A. Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 355

Figura 300. Distribución global de *Thalassarche chlororhynchos*. Fuente FS. 356

Figura 301. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados *Thalassarche chlororhynchos* en

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

la isla Gough. A. Individuos reproductivos. B. Individuos adultos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 357

Figura 302. Distribución global de *Thalassarche melanophris*. Fuente: FS. 358

Figura 303. Posiciones ARGOS de adultos de *Thalassarche melanophris* durante el periodo de incubación provenientes de seis colonias distintas. SG, NO de Georgias del Sur; FK, NE Islas Malvinas; DA, Isla Diego de Almagro; DF, Islas Ildefonso; DR, Islas Diego Ramirez. Fuente: Rey y Huettmann (2020). 359

Figura 304. Áreas de concentración de *Thalassarche melanophrys*. Localizaciones correspondientes a individuos marcados de distinto origen geográfico Fuente: Atlas del Mar Patagonico (AMP). 360

Figura 305. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados de *Thalassarche melanophris* en colonias del Atlántico Sur. A Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 361

Figura 306. Detalle de la distribución en el Atlántico y Pacífico Sur de *Thalassarche melanophris* no reproductores de Islas Georgias del Sur, Malvinas y una isla al Sur de Chile. Fuente: PAN-Aves, adaptado de la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 362

Figura 307. Distribución global de *Thalassarche chrysostoma* Fuente: FS. 363

Figura 308. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados de *Thalassarche chrysostoma* en colonias del de las Georgias del Sur. A Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 364

Figura 309. Distribución global de *Thalassarche salvini*. Fuente: Seabird Maps and Info. 365

Figura 310. Distribución global de *Macronectes giganteus* Fuente: FS. 367

Figura 311 Áreas de mayor concentración de Petrel gigante del Sur. *Macronectes giganteus*. Fuente: Rey, A.R. en Gobierno de Tierra del Fuego 2009. 368

Figura 312. Concentraciones de adultos y juveniles de individuos provenientes de las costas patagónicas, marcados con geolocalizadores. Fuente: Atlas del Mar Patagónico. 369

Figura 313. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados de *Macronectes giganteus* en colonias del de las Georgias del Sur. A Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 369

Figura 314. Distribución global de *Macronectes halli*. Fuente FS. 370

Figura 315. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados de *Macronectes halli* en colonias del de las Georgias del Sur. A. Individuos reproductivos. B. Individuos no reproductivos. Fuente: ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife. 372

Figura 316. Distribución global de Fulmarus glacialoides. Fuente UICN 373

Figura 317. Distribución global de *Pterodroma incerta*. Fuente UICN: https://www.iucnredlist.org/species/22698084/152715347 374

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 318. Distribución global de *Procellaria aequinocatalis*. Fuente FS. 375

Figura 319. Datos de seguimiento satelital de individuos marcados de Procellaria aequinoctialis. A Individuos reproductivos marcados en la Georgias del Sur y en Croizet. Hembras (B) y machos (C) en etapa reproductiva de Georgias del Sur. D. Individuos no reproductivos. Fuentes: (A y D) ACAP, a partir de datos aportados por la Base de Datos de Seguimiento Global de Procelariformes de BirdLife; (B y C) BirdLife International (2004). 377

Figura 320. Distribución global de *Procellaria westlandica*. Fuente: DataZone http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/westland-petrel-procellaria-westlandica. 378

Figura 321. Posiciones de Seguimientos con geolocalizadores de 8 individuos de *Procelleria westlandica* marcados en Nueva Zelandia y seguidos durante un año julio 2007- julio 2008 (puntos negros. Izquierda, en color rojo las principales áreas de permanencia para todos los individuos. Derecha, posiciones del individuo # #22551, que tuvo su mayor permanencia en las proximidades del área de adquisición de datos sísmicos en el verano de 2008. Fuente: Landers (2011). 379

Figura 322. Distribución global de *Ardenna gravis*. Fuente FS. 380

Figura 323. Compilación de registros satelitales de *Ardenna gravis* en la plataforma y Mar Argentino. Fuente: Rey y Huettman 2020. 381

Figura 324. Distribución global de *Pelecanoides urinatrix*. Fuente UICN. 382

Figura 325. Distribución global de *Oceaniites oceaniicus*. Fuente UICN. 383

Figura 326. Distribución global de *Leucocarbo atriceps*. Fuente UICN. 384

Figura 327. Distribución global de *Catharacta chilensis*. Fuente UICN. 385

Figura 328. Distribución global de Leucophaeus scoresbii. Fuente UICN. 386

Figura 329. Distribución global de Sterna hirundinacea. Fuente UICN. 387

Figura 330. Distribución global de *Arctocephalus australis*. Fuente: MMW 396

Figura 331. Ubicación de los principales apostaderos y colonias reproductivas de *Arctocephalus australis*. Fuente: Crespo 2015. 397

Figura 332. Distribución global de *Eubalena australis*. Fuente: MMW. 399

Figura 333. Áreas de alimentación de la ballena franca austral. A. Áreas de alimentación circumpolares obtenidas de los registros históricos de los barcos balleneros. Fuente: González Carman et al 2019. 401

Figura 334. Registros de Registros del monitoreo satelital de ballena austral en el área de estudio. El mapa muestra el recorrido de la ballena franca austral Afuerita con su cría, marcada 14 Sep. 2019 en Península Valdez. La última posición registrada fue el 13 de abril de 2020 frente a la costa este de Tierra del Fuego y se indica con un círculo resaltado. Fuente: http://siguiendoballenas.org/ballenas-monitoreadas/afuerita/. Pérdida de conexión: 13 Abr. 2020. 402

Figura 335. Distribución global de *Balaenoptera borealis*. Fuente: MMW 403

Figura 336. Distribución global de *Balaenoptera musculis*. Fuente MMW. 404

Figura 337. Áreas de alimentación conocidas para *Balaenoptera musculus*. Fuente IWM. 405

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 338. Mapas mostrando la ubicación de estaciones de escucha durante dos de los recorridos de la Expedición de Circunnavegación Antártica. En azul se indican las estaciones donde se escucharon fragmentos de sonidos, pero no se podía precisar la ubicación de las ballenas. Las áreas verdes indican que se detectaban ballenas a menos de 300 km de la estación de escucha. Las cruces rojas indican que había ballenas azules muy próximas a la embarcación. Fuente: http://www.antarctica.gov.au/magazine/2016-2020/issue-32-june-2017/science/mapping-antarctic-blue-whale-hotspots 406

Figura 339. Distribución global de *Balaenoptera physalus*. Fuente: MMW. 407

Figura 340. Distribución global de *Cephalorhynchus commersonii*. Fuente: MMW. 409

Figura 341. Distribución de *Cephalorhyncus commersoni* en el área de estudio y proximidades. Derecha, Ocurrencias de tonina overa y tamaño de los grupos. Izquierda, modelo de áreas de mayor concentración espacial de acuerdo a avistajes realizados. Fuente: Dellabianca et al 2016. 410

Figura 342. Distribución global de *Lagenorhyncus australis*. Fuente: MMW. 412

Figura 343. Distribución de *Cephalorhyncus commersoni* en el área de estudio y proximidades. Derecha, ocurrencias de tonina overa y tamaño de los grupos. Izquierda, modelo de áreas de mayor concentración espacial de acuerdo con avistajes realizados. Fuente: Dellabianca et al 2016. 412

Figura 344. Distribución global de *Tursiops truncatus*. Fuente: MMW 414

Figura 345. Distribución global de *Physeter macrocephalus*. Fuente: MMW. 415

Figura 346. Detalle de Áreas Protegidas en Tierra del Fuego. Fuente: elaboración propia en base a SIFAP (http://www2.medioambiente.gov.ar/) y ediciones propias. 419

Figura 347. Distribución geográfica de las principales colonias reproductivas presentes en la R.N. Isla de los Estados. Fuente: Chevez et al. 2005. 421

Figura 348. Detalle de áreas protegidas en las Islas Malvinas. Fuente: Serman & asociados (2010). 422

Figura 349. Abundancia de la tonina overa en el estuario del Deseado a lo largo del año. En gris oscuro se observa una densidad en la distribución del 50%; gris claro 95 %. Los puntos negros indican cada posición registrada. Fuente: Righi et al., 2013 427

Figura 350. Áreas Protegidas de Tierra del Fuego y Santa Cruz. Fuente: elaboración propia en base a SIFAP (http://www2.medioambiente.gov.ar/) y ediciones propias. 428

Figura 351. Mapa de ubicación del FPA y del TA. Fuente: elaboración propia. 430

Figura 352. Detalle del Frente de Patagonia Austral. Fuente: Falabella, 2014. 431

Figura 353. Detalle del Talud Austral. Fuente: Falabella, 2014. 432

Figura 354. Zonas de Protección Especial definidas por PNA. Fuente: elaboración propia. 434

Figura 355. Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS) 436

Figura 356. Distribuciones de concentración de registras satelitales de pingüino patagónico (derecha) y de penacho amarillo (izquierda) próximas al área de adquisición de datos sísmicos. Fuente: Rey, A.R. en Gobierno de Tierra del Fuego 2009). 441

Figura 357. AICAs Candidatas Pelágicas en el área de influencia del proyecto. 442

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

Figura 358. Principales corredores migratorios en América. Fuente: Petracci et al. (2005). 445

Figura 359. Vista de los bloques en el sector sur correspondientes al concurso público internacional Costa Afuera N° 1 (Ronda N°1). El polígono negro representa las áreas de concesión de explotación. Fuente: Secretaría de Energía - Ministerio de Hacienda, disponible en: https://costaafuera.energia.gob.ar/docs/presentaciones/Presentacion%20Ronda%201%20%20CONEXPLO%202018%20Mendoza.pdf. 464

Figura 360. Ubicación del Área MLO_121 y las demás Áreas que conforman la Zona 2. Fuente: "Esquema de apertura de ofertas para el Concurso Público Internacional. Costa Afuera N° 1. Resolución 65/2018". Secretaría de Energía - Ministerio de Hacienda. 465

Figura 361. Ubicación de las Áreas AUS_105 y AUS_106 junto a las demás Áreas que conforman la Zona 6. Fuente: "Esquema de apertura de ofertas para el Concurso Público Internacional. Costa Afuera N° 1. Resolución 65/2018". Secretaría de Energía - Ministerio de Hacienda. 465

Figura 362. Ubicación del área AUS_105-106 y MLO_121 respecto a la ciudad de Río Grande. Fuente: Elaboración propia. 467

Figura 363. Ubicación del área AUS_105-106 y MLO_121 respecto a la ciudad de Puerto Deseado, Santa Cruz. Fuente: Elaboración propia. 468

Figura 364. Bloques linderos a las áreas AUS_105 y AUS_106 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1 469

Figura 365. Bloques linderos al área MLO_121 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1 470

Figura 366. Sistema Portuario Argentino y participación en el total de las cargas movilizadas. (2017) Fuente: García, N. (2019). La planificación del transporte por agua en Argentina. Límites y desafíos para los próximos años en base a Administración General de Puertos (AGP), Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante (SSPVNyMM) y ex Subsecretaría de Planificación del Transporte de Cargas y Logística (SSPTCL). 472

Figura 367. Densidad de las rutas marítimas en la zona de estudio. Fuente: https://www.marinetraffic.com/ 473

Figura 368. Tipos de embarcaciones en las rutas de navegación y la zona de adquisición de datos sísmicos de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: https://www.marinetraffic.com/ 475

Figura 369. Ubicación del Puerto de Puerto Deseado. Fuente: www.uneposc.com.ar/web/ptodeseado.php. 479

Figura 370. Imágenes del muelle del Puerto de la ciudad de Puerto Deseado. Fuente: www.uneposc.com.ar/web/ptodeseado.php. 479

Figura 371. Esquema de la cadena de Pesca Marítima. Fuente: Informe de Cadenas de Valor – Pesca – Septiembre 2019. Subsecretaría de Programación Microeconómica, Secretaría de Política Económica, Ministerio de Hacienda. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 480

Figura 372. Zonas de pesca con las regulaciones y vedas vigentes a abril de 2021. Fecha de consulta: 31/03/2021. Fuente: Ministerio de Agroindustria. El polígono rojo representa aproximadamente la ubicación del área de adquisición de datos sísmicos AUS_105-106 y MLO_121. 482

Figura 373. Desembarques marítimos Período 1990-2018. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Disponible en:

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 483

Figura 374. Zona Económica Exclusiva de Argentina - Porcentajes en los distintos Puertos. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica con base en Subsecretaría de Pesca y Agricultura. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 484

Figura 375. Exportaciones de la cadena de valor por grupos de especies para el período 2009-2018. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en INDEC. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 487

Figura 376. Exportaciones, importaciones y saldo comercial de la cadena de valor. Periodo 2009 - 2018. En millones de dólares. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en INDEC. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 488

Figura 377. Puestos de trabajo registrados en la cadena de valor pesquera. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, Secretaría de Trabajo y Empleo. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 488

Figura 378. Remuneración promedio de los trabajadores registrados en la cadena de valor pesquera. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica, con base en Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, Secretaría de Trabajo y Empleo. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_pesca_0.pdf 489

Figura 379. Áreas de concesión lindantes al área en estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 490

Figura 380. Sitios donde se realizaron actividades sísmicas 2D en las inmediaciones del área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía[28].492

Figura 381. Imagen donde pueden visualizarse aquellos sitios donde se realizaron actividades sísmicas 3D en las inmediaciones del área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 493

Figura 382. Imagen donde pueden visualizarse aquellos sitios donde se realizaron actividades sísmicas 2D en las inmediaciones del área de estudio entre los años 2017 y 2018 (Información adicional a la consultada en la página web de la Secretaría de Gobierno de Energía). Fuente: elaboración propia. 494

Figura 383. Presencia de cable submarino activo de comunicación en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de la georeferenciación de la imagen correspondiente al siguiente sitio https://www.submarinecablemap.com/#/. 495

Figura 384. Pozos de hidrocarburos en las inmediaciones del área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 496

Figura 385. Pozos de hidrocarburos identificados dentro del área operativa y de influencia directa. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 497

Figura 386. Ductos de hidrocarburos y agua en las inmediaciones del área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía[28]. 498

Figura 387. Modelo utilizado para agrupar y visualizar a los interesados según nivel de interés e influencia. 502

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

CAPÍTULO 5 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

El objetivo fundamental de este Capítulo es evaluar de manera integral el área de influencia del proyecto, para lo cual se presenta información tanto de aspectos físicos, biológicos y antrópicos correspondientes a esta. Esto permitirá evaluar y cuantificar los probables impactos ambientales, atribuibles o derivados de las actividades previstas, temas que serán abordados en los capítulos subsiguientes del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

El impacto que un proyecto pueda tener en el ambiente depende tanto del conjunto de actividades y acciones involucradas en el mismo, como del conjunto de elementos y procesos que conforman el sistema ambiental en el cual se insertará este.

Por estas razones, como parte del estudio del impacto ambiental de cada proyecto, se hace necesario analizar el mismo desde un punto de vista ambiental, elaborando una caracterización profunda del ambiente mediante la descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales, socioeconómicos). Esto es lo que se conoce como Línea de Base Ambiental (LBA).

Para poder realizar la caracterización de LBA, el presente capítulo se nutrió de información secundaria, refiriéndose por tal a aquella obtenida del análisis de los trabajos antecedentes en cada uno de los temas abordados.

Como característica fundamental y prioritaria, para la incorporación de información secundaria al análisis se buscó que la misma cumpla con un conjunto de condiciones. Así, resultó importante que dicha información sea confiable, lo cual se encuentra relacionado principalmente con su fuente (origen), el tratamiento que se le dio a la misma y su representatividad. También se buscó que la misma sea lo más homogénea posible, de modo que las variables analizadas sean las mismas, así como también los criterios utilizados para su elaboración, permitiendo, de esta manera, la comparación entre estudios y entre estos y la información primaria generada. A su vez, se hizo énfasis en la actualidad de los datos, generando de esta manera un menor desfasaje temporal entre el momento que los mismos fueron tomados y el fenómeno que se desea analizar. Finalmente se utilizó solo la información considerada pertinente, es decir, aquella considerada realmente útil y adecuada para el análisis a llevar a cabo.

En relación a la información secundaria incorporada es dable mencionar que, sin perjuicio de la soberanía argentina y el ejercicio de derechos soberanos sobre los recursos naturales del Atlántico Sur, y en atención a la existencia objetiva de un conflicto con el Reino Unido, pueden presentarse situaciones puntuales en donde, por ejemplo, se detecten publicaciones académicas o científicas, con origen en la comunidad internacional, en donde se efectúen referencias tangenciales a la denominación de las Islas Malvinas en el idioma inglés. Se considera que estos casos deben ser interpretados siempre a la luz de los derechos de soberanía nacional, interpretando que las referencias citadas deben ser entendidas como errores involuntarios o producto de una traducción incompleta.

A partir de la recopilación y del posterior análisis de la información secundaria se pudo realizar la contextualización del medio en el cual se encuadra el proyecto. De este modo, se pudo realizar una caracterización del medio físico (clima, geología y oceanografía), así como también del medio biótico (bentos, plancton, necton y áreas protegidas) y del medio antrópico, especialmente en lo referido a las actividades realizadas en la zona y sobre las cuales la realización del proyecto puede ocasionar una interferencia.

2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto implica un Registro Sísmico 3D costa afuera de la República Argentina, más específicamente en las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, ubicados en la Cuenca Austral (AUS) y Malvinas Oeste (MLO) de la Plataforma Continental Argentina.

El registro sísmico abarcará unos 7.739,8 km^2 para el área AUS_105, AUS_106 y MLO_121. El proyecto se encuentra ubicado a aproximadamente 30 km costa afuera del área costera más próxima en la provincia de Tierra del Fuego. Las principales vías de acceso son marítimas y/o aéreas desde estas localidades y hacia el área.

En las figuras de este apartado se presenta el Área de Adquisición de datos sísmicos definida en los términos de la Res. 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"*. La misma abarca una superficie de 11.744 km^2.

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 distancia entre el Área de Adquisición y el Área de Maniobras es como máximo de 7 km. El área resultante de la suma del Área de Adquisición y el Área de Maniobra se denomina Área de Actividad. Ésta 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).

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 será 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.

A modo de referencia, los "*Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de exploración sísmica marina en profundidades menores a 200 m.*" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2016), "*el área de Influencia de un proyecto de exploración sísmica marina, corresponde a la agregación de las siguientes áreas: i) polígono del área de exploración sísmica, ii) franja buffer o de protección, calculada a partir de los modelos de propagación de onda acústica generados, definiendo como distancia el nivel de sonido que potencialmente puede afectar la estructura y función de los componentes del ecosistema (principalmente tortugas y mamíferos marinos), iii) áreas de maniobra que la embarcación necesita para cambiar de rumbo; en razón a que, aunque no se realiza actividad sísmica en esta área, los equipos se encuentran desplegados, y iv) fracción de la zona continental, cuando aplique, en razón de la ubicación de comunidades que sufran afectación en el normal desarrollo de sus actividades económicas (p. e. pesqueras o de operación turística) a causa de la ejecución de proyecto)*."

2.1 ÁREA OPERATIVA

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 1. En la Figura 2 se presenta el detalle del Área de Actividad definida para el proyecto en base a las definiciones de la Res MAyDS 201/2021.

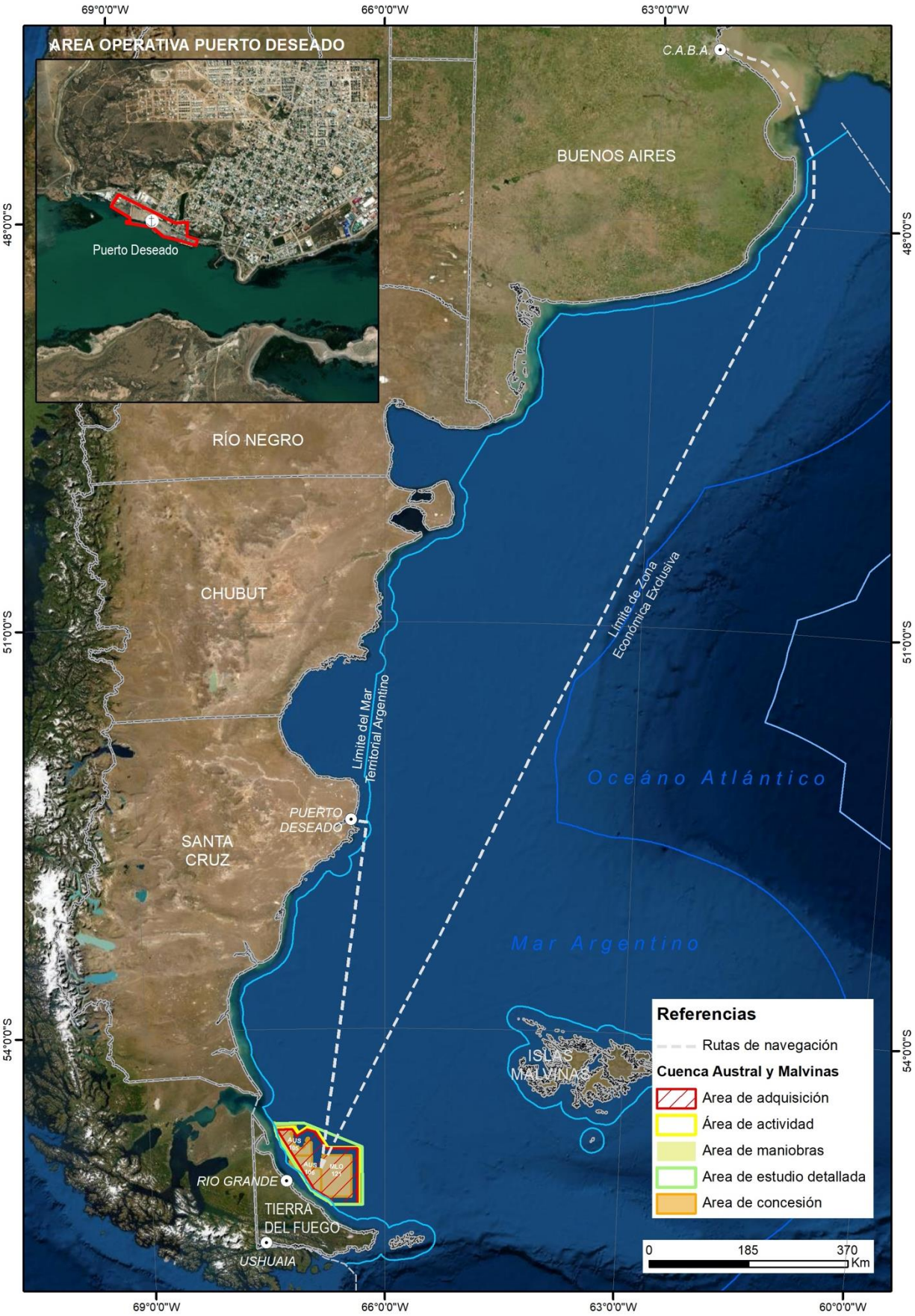


Figura 1. Área Operativa del proyecto.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

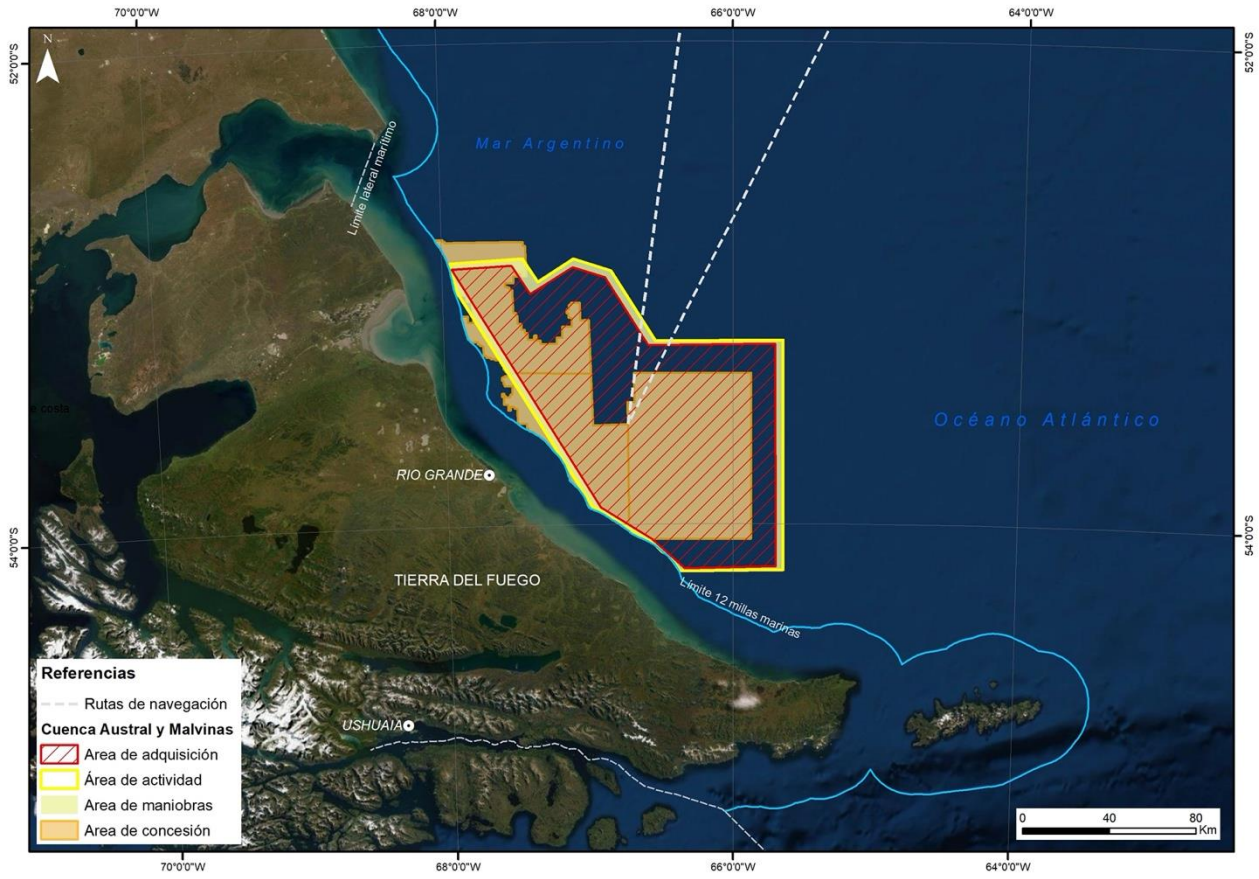


Figura 2. Detalle del Área de Actividad.

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

2.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE BIÓTICO

Para la delimitación del 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.

2.2.1 Antecedentes de los potenciales efectos sobre la biota marina asociados a la emisión de energía sonora

- **Mamíferos marinos**

El impacto del ruido antropogénico sobre los mamíferos marinos ha sido descripto en numerosos artículos e informes, entre ellos Richardson et al. (1995), Southall et al. (2007) y Nowacek et al. (2007).

Richardson et al. (1995) proporcionaron un marco de referencia para la evaluación del impacto del ruido en el medio acuático introduciendo el concepto de cuatro zonas de influencia en el comportamiento y la audición de los mamíferos marinos. Estas zonas son "zona de audibilidad", "zona de respuesta", "zona de enmascaramiento" y "zona de pérdida de audición, molestias y lesiones". No obstante, los métodos para establecer estas cuatro zonas para diferentes especies y fuentes de ruido no están estandarizados (Tougaard et al., 2009).

En base al trabajo de Richardson et al. (1995) Australia (Government of South Australia, 2012) ha definido 3 zonas de impacto, que pueden definirse de la siguiente manera:

- Zona de audibilidad: Área dentro de la cual los mamíferos marinos pueden percibir el ruido de la fuente pero no muestran respuesta de comportamiento significativa. El tamaño de la zona audible es altamente dependiente del entorno de ruido ambiente, el cual se viene incrementando en las últimas décadas.

- Zona de respuesta: Área dentro de la cual los mamíferos marinos pueden reaccionar conductualmente a la fuente de ruido. Esta zona puede ser más pequeña que la zona de audibilidad ya que los mamíferos marinos generalmente no muestran respuestas significativas de comportamiento a los ruidos que son débiles pero audibles.

- Zona de lesión auditiva: Área más cercana a la fuente de ruido donde los niveles de ruido pueden ser lo suficientemente altos como para causar un impacto fisiológico como TTS (cambio del umbral auditivo temporal que equivale a la pérdida de audición temporal) o PTS (cambio de umbral permanente que equivale a la lesión auditiva).

Estas zonas de impacto definen el área de influencia probable de una fuente de ruido e indican la distancia a la que se espera que esta fuente tenga un impacto en una especie de mamíferos marinos, ya sea en el comportamiento o en la fisiología. Esta información, junto con la información sobre la importancia biológica del entorno marino como hábitat de la especie considerada, por ejemplo, las zonas de reproducción, cría o descanso, las rutas migratorias o las zonas de alimentación, se utilizan para evaluar el probable impacto de una fuente de ruido (Government of South Australia, 2012).

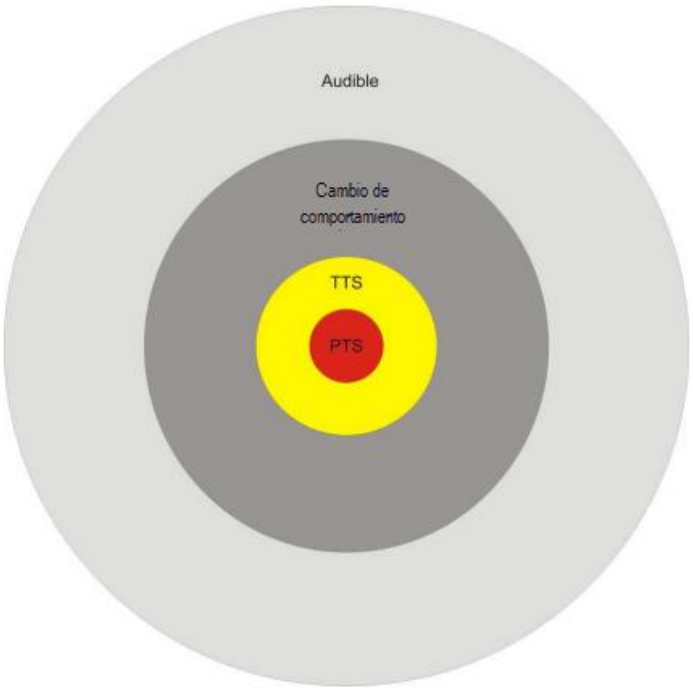


Figura 3. Zonas de impacto de las fuentes de ruido submarino, incluyendo la zona de audición, la capacidad de respuesta y las lesiones auditivas. La zona de lesión auditiva se divide a su vez en zonas de desplazamiento de umbral temporal y permanente (TTS y PTS). Fuente: adaptado de Government of South Australia, 2012.

Impactos fisiológicos

Efectos físicos y fisiológicos no auditivos

Daños físicos severos (compromiso de órganos vitales) producidos por el ruido subacuático estarían limitados a situaciones inusuales en las que los animales puedan estar expuestos a corta distancia de la fuente de energía sísmica durante períodos inusualmente largos (BOEM, 2014).

Lesiones auditivas - Desplazamiento del umbral de audición

La mayoría de los debates sobre los efectos fisiológicos del ruido submarino se han centrado en el sistema auditivo, ya que este sistema es probablemente el más sensible al ruido.

Los animales expuestos a un sonido intenso pueden experimentar una reducción de la sensibilidad auditiva durante algún tiempo después de la exposición. Este aumento del umbral auditivo se conoce como desplazamiento del umbral inducido por el ruido (TS, por sus siglas del inglés *Threshold Shift*). La cantidad de TS en la que se incurre está influida por la amplitud, la duración, el contenido de frecuencia, el patrón temporal y la distribución de la energía del ruido (Southall et al. 2007). También se ve influenciada por características del animal, como el comportamiento, la edad, el historial de exposición al ruido y la salud. La magnitud del TS generalmente disminuye con el tiempo después de la exposición al ruido y, si finalmente vuelve a cero, se conoce como desplazamiento temporal del umbral (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*). Si el TS no vuelve a cero después de algún tiempo, se conoce como cambio de umbral permanente (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*). Los niveles de sonido asociados con el inicio del TTS se consideran generalmente por debajo de los niveles que causarán el PTS, que se considera una lesión auditiva.

Criterios de impacto acústico

Desde mediados de la década de 1990, el Servicio Nacional de Pesca Marítima de los Estados Unidos (NMFS, por sus siglas en inglés) ha establecido umbrales acústicos que identifican los niveles de sonido recibidos por encima de los cuales podría producirse un deterioro permanente de la audición u otras lesiones, definidos como "Nivel A" (*"Level A Harassment -potential injury-"*). Históricamente, el NMFS identificó 180 y 190 dB re 1 µPa (rms) para los cetáceos y los pinnípedos, respectivamente, como los niveles por encima de los cuales, en opinión de un panel de especialistas en bioacústica convocado por el NMFS antes de que se dispusiera de mediciones de TTS, no se podía tener la certeza de que no habría efectos perjudiciales, auditivos o de otro tipo, para los mamíferos marinos. Este umbral de 180 dB re 1 µPa (rms) es el más difundido en las guías y estudios ambientales para estimar el impacto del ruido en la fauna marina, y en base al cual se establecen "Zonas de Exclusión" calculadas a partir de los modelos de propagación de onda acústica. Según características del medio, mediante la modelización suelen obtenerse distancias de 300 hasta 3000 metros de la fuente de energía sísmica para dicho umbral (MAGRAMA, 2012).

Recientemente, el NMFS emprendió un riguroso proceso de revisión y actualización de los umbrales para estimar el inicio de la lesión auditiva (que el NMFS considera el inicio del *Level A Harassment*) incorporando la ciencia más reciente y utilizando métodos mejorados. El desarrollo de estos umbrales acústicos revisados incluyó la creación de una Guía Técnica de referencia[1] que articula los umbrales y cómo estos se obtuvieron científicamente[2]. De acuerdo al estudio de los Efectos de las Actividades de Petróleo y Gas en el Océano Ártico (NOAA, 2016) que compara las distancias de seguridad establecidas según ambos criterios, las distancias obtenidas con el nuevo criterio se encuentran en general ampliamente contenidas dentro de las establecidas con el criterio de 180 y 190-dB re 1 µPa (rms) aplicado anteriormente.

Impactos en el comportamiento

Las respuestas conductuales al ruido incluyen una variedad de efectos, incluyendo cambios sutiles en el comportamiento, cambios más conspicuos en las actividades y desplazamientos. Las reacciones observables de los mamíferos marinos ante el sonido incluyen la atracción hacia la fuente sonora, el aumento de la vigilancia, la modificación de sus propios sonidos, el cese de la alimentación o de la interacción, la alteración de la conducta de natación o de buceo (cambio de dirección o velocidad), el abandono del hábitat a corto o largo plazo (desviación, evitación a corto o largo plazo), y, posiblemente, reacciones de pánico, como el estampido o el varamiento (Nowacek et al. 2007, Richardson et al. 1995 y Southall et al. 2007). El enmascaramiento de los sonidos de importancia biológica puede interferir con la comunicación y la interacción social, y también causan cambios de comportamiento (Government of South Australia, 2012).

[1] Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing. Disponible en: https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/technical-guidance-assessing-effects-anthropogenic-sound-marine-mammal-hearing

[2] Los mencionados umbrales coinciden con los umbrales considerados en este estudio para la evaluación del impacto auditivo sobre los mamíferos en base a Southall et al. 2019 (ver Capítulo 7) si bien a la fecha existen escasos ejemplos de aplicación que orienten sobre la implementación de estos criterios y no se cuenta con antecedentes de su aplicación en nuestro país.

Los estudios del impacto de los relevamientos sísmicos se han centrado principalmente en las grandes ballenas. Resultados de estos estudios son las observaciones de comportamientos de evitación a rangos de hasta 12 km por yubartas, 5 km por ballenas grises o 3 km por ballenas de Groenlandia (MAGRAMA, 2012). Los estudios recopilados por Chicote et al. (2013) indican que el comportamiento de los cetáceos en respuesta a una exposición a una fuente de prospección sísmica, demuestra reacciones muy diversas en diferentes especies, e incluso entre individuos diferentes de una misma especie. Los resultados de los estudios demostraron un grado variable de perturbación de los cetáceos, indicando que los pequeños odontocetos (delfines, marsopas, calderones) mostraban una mayor evasión lateral mientras que los misticetos (ballenas) y las orcas mostraban alguna evasión espacial localizada. No se encontraron cambios en la orientación de los cachalotes, aunque el número de observaciones no fue suficiente para realizar un análisis estadístico fiable. Estudios similares (McCauley et al. 1998 citado en Gordon et al. 2003) evidenciaron distintas reacciones en las ballenas jorobadas durante su migración en la costa este de Australia. En algún caso observaron fuertes reacciones en el comportamiento de las ballenas, que aceleraron su nado hasta alcanzar los 10-15 nudos de velocidad, antes de avistarse a 1500 m de la fuente de energía sísmica. En otros casos las ballenas se mantuvieron más prolongadamente en la superficie y un ejemplar nadó en zig-zag, hasta distanciarse de la fuente de energía sísmica. Los autores sugirieron que la sensibilidad a las fuentes de ruido no variaría únicamente entre especies, sino que diferentes ballenas de una misma especie podrían exhibir diferentes niveles de sensibilidad. Goold (1996, citado en Gordon et al. 2003) realizó un seguimiento de la actividad acústica en una población de delfín común (*Delphinus delphis*) antes, durante y después de un registro sísmico en la costa de Gales y observó que en un área de 1 km de radio los delfines se comportaron de manera aversiva frente a las señales de una fuente sísmica.

De acuerdo a Gordon et al. (2003, citado en Chicote et al. 2013) en el caso de los cachalotes los resultados de los estudios son controvertidos. Se cree que los cachalotes tienen una audición de baja frecuencia muy superior a la de los odontocetos de menor tamaño, por lo que serían más sensibles a los pulsos de la fuente de energía sísmica. No obstante, los estudios discrepan. Mate et al. (1994) (citado en Gordon et al. 2003) registraron una reducción a aproximadamente un tercio en la densidad de cachalotes en un área preferente en el Norte del Golfo de México dos días después del inicio de una prospección sísmica. Cinco días después, la abundancia se había reducido a cero. Por su parte, Bowles et al. (1994) (citado en Gordon et al. 2003) observaron que los cachalotes cesaban de vocalizar durante algunos, pero no todos, los períodos en los que un buque de investigación sísmica fue percibido disparando a un rango de 370 km. Sin embargo, y en contraste con estos informes, otras observaciones sugieren que los cachalotes muestran poca respuesta por los estudios sísmicos y no son excluidos del hábitat por éstos (por ejemplo, Rankin & Evans, 1998; Swift 1998 citados en Gordon et al. 2003). La recopilación realizada por Gordon et al. (2003) indica que se han observado cambios de comportamiento en los mamíferos marinos en respuesta a la exposición a los pulsos de fuentes sísmicas mayormente a distancias que no superan los 10 km, y en algunos casos respuestas de evitación a distancias de hasta 70 km.

Dado que la delimitación de una "zona de respuesta" está relacionada con las reacciones de comportamiento de la especie objetivo, sólo puede establecerse mediante observaciones de comportamiento, que en muchos casos son difíciles de obtener (no todas las respuestas son visibles desde el exterior del animal, la porción de los animales expuestos bajo el agua [es decir, no son visibles], muchos animales se encuentran a muchos kilómetros de los observadores y cubren un área muy grande, etc.). Las mediciones prácticas se complejizan aún más por el hecho de que la mayoría de los animales muestran diferentes reacciones al ruido dependiendo de las experiencias de exposición previas y de los estados de comportamiento y fisiológicos del animal durante la exposición al ruido (Tougaard et al., 2009). En este sentido, el NMFS ha definido junto con los umbrales de lesión potencial, umbrales acústicos que estiman niveles de sonido en los que se podrían producir perturbaciones del comportamiento en los mamíferos marinos, definidos como "Nivel B" (*"Level B Harassment -behavioral harassment-*")[3]. Para los ruidos impulsivos (como los pulsos de las fuentes de energía sísmica) este umbral acústico se estableció en 160 dB re 1 µPa (rms). Así como los umbrales de lesión potencial fueron actualizados por el NMFS desde su establecimiento a mediados de la década del '90, los "umbrales de perturbación del comportamiento" también han sido objeto de un proceso de revisión incorporando los conocimientos obtenidos de las investigaciones más recientes (NOAA, 2016). No obstante, a la fecha, no se han publicado nuevos valores para los umbrales del "Nivel B".

Teniendo en cuenta lo anterior, y sólo a los fines de la delimitación de un área de influencia que abarque los mencionados efectos, si se considera la fuente involucrada en el proyecto de "Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121", y se asume una pérdida de transmisión teórica intermedia entre la cilíndrica y esférica, se puede estimar que el umbral de 160 dB re 1 uPa-m (rms) se alcanzaría para el presente proyecto entre los 50 y 100 km de distancia a la fuente.

- **Aves marinas y costeras**

Las actividades sísmicas podrían tener efectos sobre las aves marinas y costeras a través de diversos mecanismos, como se resume a continuación.

Perturbación

Las respuestas de las aves a la perturbación varían según la especie, el estado fisiológico y reproductivo del individuo, la distancia de la perturbación y el tipo/intensidad/duración de la perturbación. Las exploraciones sísmicas dan como resultado una propagación del sonido tanto horizontal como vertical en la columna de agua. Las observaciones de aves en las proximidades de los registros sísmicos realizadas por Stemp (1985, citado en NOAA, 2016) no evidenciaron ninguna perturbación perceptible en las aves durante las emisiones de los pulsos sonoros. Este autor llegó a la conclusión de que los efectos negativos de las operaciones sísmicas no eran probables, siempre que las actividades se realizaran lejos de las colonias de aves y sus concentraciones de alimentación.

[3] Bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos de los Estados Unidos, el *"Level B Harassment -behavioral harassment-*" se define como "el acto de persecución, tormento o molestia que tiene el potencial de perturbar a un mamífero marino o a una población de mamíferos marinos en el medio silvestre causando una perturbación de los patrones de comportamiento, incluyendo, pero no limitado a, la migración, la respiración, la lactancia, la reproducción, la alimentación o el refugio, pero que no tiene el potencial de lesionar a un mamífero marino o a una población de mamíferos marinos en el medio silvestre".

Lesiones/Mortalidad

Como se mencionó anteriormente el despliegue de la actividad sísmica da como resultado una propagación del sonido tanto horizontal como vertical en la columna de agua. Al igual que con otros animales, existe la posibilidad de que un ave resulte herida por la energía sísmica si la misma se encuentra muy cerca (<2 m) de la fuente en funcionamiento. Se estima que esta situación resulta rara porque las aves tienden a evitar los buques en funcionamiento y el sonido aéreo asociado a las fuentes de aire comprimido activa (NOAA, 2016).

Cambios en el hábitat

La energía de fuentes sísmicas puede afectar a los invertebrados y a los peces (especies presa utilizadas por las aves). Sin embargo, existen muy pocos efectos en los invertebrados y los peces asociados a estas emisiones, a menos que estén a unos pocos metros de la fuente de sonido (McCauly 1994, citado en NOAA, 2016). Estos efectos de perturbación son altamente locales y transitorios y no es probable que disminuyan la disponibilidad de presas para ninguna especie de aves.

- **Peces y pesquerías**

La gama de potenciales efectos sobre los peces de fuentes de sonido intenso, como las fuentes de energía sísmica, varía mucho, pero está influida principalmente por el nivel de exposición al sonido, siendo los niveles de sonido elevados los más perjudiciales. Aunque pueden ocurrir efectos fisiológicos directos como lesión o pérdida de audición, lesión de los tejidos o muerte, los efectos indirectos que modifican el comportamiento de los peces son mucho más comunes y probables. Estas modificaciones del comportamiento son muy variables y dependen de una serie de factores, como la especie, la etapa del ciclo vital, la hora del día, si los peces se han alimentado, y cómo se propaga el sonido en un entorno determinado (CNLOPB 2007, citado en NOAA, 2016).

Se han realizado numerosos estudios sobre los efectos del sonido de baja frecuencia en una serie de especies de peces (< 300 Hz). De acuerdo a la revisión realizada por Carroll et al., 2017, el sonido sísmico puede provocar respuestas de comportamiento en los peces, algunas de las cuales pueden afectar negativamente a una población (por ejemplo, a través de la reducción de la tasa de búsqueda de alimento o la evitación de depredadores), y otras que pueden suponer un pequeño aumento del riesgo (por ejemplo, una breve respuesta de sobresalto). La mayoría de los estudios se basaron en laboratorios o en el uso de jaulas y deben interpretarse con precaución. Se ha informado que las descargas de aire comprimido causan una serie de respuestas de sobresalto y alarma en los peces, cambios en la posición en la columna de agua y velocidades de natación. Mientras que algunas especies muestran fuertes cambios de comportamiento ante la exposición a los sonidos sísmicos, se ha observado una falta de efectos de comportamiento en otras especies. Algunas especies de peces han mostrado potencialmente una habituación al ruido repetido de las fuentes de energía sísmica, mostrando algunos peces menos respuestas de sobresalto o volviendo rápidamente a sus patrones de comportamiento normales.

De acuerdo a la revisión realizada por Russell (2018), de los estudios experimentales y oportunistas realizados en el mundo entre 1969 y 2005 sobre los efectos de las fuentes de energía sísmica en diferentes peces, la mayoría de los efectos se producen a distancia por lo general menores a 10 km. McCauley et al. (2000) sugieren que entre 161-168 dB re 1 mPa^2 se inicia una evitación activa de la fuente de sonido y que esto corresponde a un rango del conjunto sísmico medido de 1-2 km. Ello ha llevado a postular que valor por encima de este umbral pueden afectar el comportamiento de los peces más cercanos y por ende influir sobre las pesquerías próximas. Fuera de las zonas de desove, las poblaciones de peces probablemente no se vean afectados por la perturbación, pero aun así los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y pesca (Engås y Løkkeborg 2002; Slotte et al., 2004). Ello cobra particular interés cuando se trata de especies estenofagas que pueden así verse muy afectadas. Una distancia de 40-50 km podría ser considerada como un buffer conveniente para evitar mayores efectos de espantamiento. Más recientemente, Meekan et al. (2021) cuantificaron mediante el uso de video cámaras y marcas acústicas el impacto de prospecciones sísmicas sobre el número, tamaño y comportamiento de peces demersales de valor comercial (Lethrinidae, Lutjanidae, y Epinephelidae) que habitan en la plataforma del oeste de Australia. Se efectuaron emisiones similares a las que se efectúan en las prospecciones comerciales, comparándose la respuesta de los peces 1,3,5 meses antes de las emisiones y 1 y 2 meses después que a su vez se compararon con un área control donde no se verificaban prácticas de exploración sísmica desde 10 años atrás. No se encontraron diferencias de cambios importantes en la composición, riqueza y abundancia de las especies que componen el ensamble de peces antes y después de los disparos respecto a la zona control. Tampoco se detectaron tendencias signifcativas de incremento o reducción a lo largo del tiempo de ninguna especie, ni se observó cambios en la talla media de las especies blanco de las pesquerías (*Lethrinus punctulatus, Lutjanus sebae, Lutjanus vitta, Epinephelus areolatus, Epinephelus multinotatus y Plectropomus maculatus*). El uso de marcas acústicas (solo en *Lutjanus sebae*) no arrojó tampoco evidencias de una evasión activa ni abandono de la zona durante los dos meses posteriores a los experimentos.

Los huevos y las larvas son más vulnerables a los efectos del ruido que los peces juveniles y adultos, ya que son mucho menos móviles y, en cambio, suelen depender de las corrientes para su movilidad. En algunos casos, los huevos están fijados al sustrato y por lo tanto completamente inmóviles. Davis et al. (1998, citado en NOAA, 2016) ha demostrado que los niveles de sonido cercanos a los 220 dB re 1 µPa son letales para los huevos y las larvas de los peces. Estos niveles de sonido corresponden a una distancia de 0,6 a 3 m de una fuente de aire comprimido. A 210 dB re 1 µPa pueden producirse daños visibles en las larvas, lo que corresponde a una distancia aproximada de 5 m (16 pies) de dicha fuente (NOAA, 2016).

- **Invertebrados**

Los efectos de la energía de las exploraciones sísmicas en las poblaciones de invertebrados se debaten cada vez más a la luz de los estudios de caso en las aguas europeas del Océano Atlántico en los que se encuentran poblaciones de cefalópodos. Numerosos estudios de laboratorio han tratado de ilustrar los posibles efectos de la energía sísmica en las poblaciones de invertebrados, tanto larvales como adultas. En un estudio de laboratorio de cuatro especies de calamares, André et al. (2011, citado en NOAA, 2016) demostraron que la exposición a sonidos de baja frecuencia provocaba daños en los estatoquistes, las estructuras responsables del sentido del equilibrio y la posición de los animales.

En la revisión de la información disponible sobre los efectos de los sonidos sísmicos en los invertebrados, realizadas por el Departamento de Pesquerías y Océanos del Canadá (DFO, por sus siglas en inglés) reportó que en algunas oportunidades se han observado efectos letales y/o subletales en los invertebrados (por ejemplo, crustáceos, gasterópodos) expuestos a sonidos de fuentes de aire comprimido a distancias de <5 m en condiciones experimentales. Los autores consideraron que era poco probable que la exposición a las fuentes de energía sísmica diera lugar a una mortalidad directa de invertebrados, aunque éstos pueden presentar reacciones de comportamiento a corto plazo ante el sonido (DFO 2004, citado en NOAA, 2016).

- **Zooplancton**

Existen pocos estudios sobre los efectos del ruido sísmico en el zooplancton. En el estudio realizado por el NOAA (2016) para la evaluación de las actividades sísmicas en el Océano Ártico se concluye en función de los antecedentes recopilados, que el zooplancton posiblemente reaccione a la onda de choque muy cerca de la fuente sísmica, pero se espera que los efectos sean locales.

A modo de síntesis, la tabla a continuación resume los principales antecedentes por grupo de especie receptora tenidos en cuenta preliminarmente para el establecimiento de las áreas de influencia del medio biótico.

Tabla 1. Resumen de distancias consideradas en los antecedentes para la definición de las áreas de influencia por grupo del medio biótico.

Grupo	Efecto	Alcance	Referencias
Mamíferos marinos	Directo / Impactos fisiológicos (impacto acústico)	300 - 3000 metros	MAGRAMA, 2012
	Indirecto / Impactos en el comportamiento	50 - 100 km (*)	NMFS, Nivel B
Peces (y pesquerías)	Directo / Letalidad de huevos y larvas	3 - 5 metros de distancia de la fuente	NOAA, 2016
	Indirecto / Impactos en el comportamiento	superior a 30 km	Russell, 2018; McCauley et al., 2000; Meekan et al., 2021.
Invertebrados (comunidad planctónica, bentónica y cefalópodos)	Directo / Efectos letales y/o subletales en los invertebrados	a distancias de <5 metros de la fuente	DFO 2004, citado en NOAA, 2016
	Indirecto	-	
Aves	Directo / Lesiones/Mortalidad	<2 metros de la fuente	NOAA, 2016
	Indirecto	-	

Notas:

(*) el NMFS ha definido umbral acústico que estiman niveles de sonido en los que se podrían producir perturbaciones del comportamiento en los mamíferos marinos, definidos como "Nivel B" ("*Level B Harassment –behavioral harassment-*") . Para los ruidos impulsivos este umbral acústico se estableció en 160 dB re 1 µPa rms. Si se considera la fuente involucrada en el proyecto de "Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114", y se asume una pérdida de transmisión teórica intermedia entre la cilíndrica y esférica, se puede estimar que el umbral de 160 dB re 1 uPa-m (rms) se alcanzaría para el presente proyecto entre los 50 y 100 km de distancia a la fuente.

2.2.2 Derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas

Por otro lado, como en la mayoría de los proyectos de esta naturaleza, existe, aunque baja, la probabilidad de que ocurra un evento accidental relacionado con el riesgo inherente a derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas. De producirse el impacto sobre el agua marina, se afectaría la calidad del agua y de los sedimentos, con consecuencias para la fauna acuática.

Estos riesgos son comunes a todas las operaciones de buques, y deben ser manejados a través de la adecuada planificación de estas actividades y de las medidas a ser aplicadas en caso de ocurrir contingencias. Al respecto, es dable mencionar que los buques involucrados en el proyecto cumplen con la normativa OMI y disponen de un sistema de gestión de la seguridad certificado.

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

- Fuga o derrame en la cubierta de pequeñas cantidades de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo (inferiores a 50 litros sobre la base de los análisis de frecuencia de fugas de la industria naviera). En este caso, la mayor parte del material derramado será contenido en las bandejas de recolección y dirigida a los tanques de sentina impidiendo su vertido al agua. Por otro lado, los contenedores utilizados en los buques para el almacenamiento de hidrocarburos (tambores de hasta 200 litros) siempre se utilizarán y almacenarán en zonas internas y/o cercadas en las que cualquier derrame o fuga quedaría totalmente contenida a bordo.
- Pérdida de MGO (gas oil marino -diesel-) durante las operaciones de reabastecimiento de combustible del buque sísmico, como resultado de una falla en la conexión de la manguera, -aunque una hipótesis más probable es una fuga por un pequeño orificio o una grieta en la manguera (producidos por abrasión o daños mecánicos) –. En el caso de que se produzca una pérdida de este tipo daría lugar a un brillo muy visible en la superficie del agua, lo que permitirá adoptar medidas para detener la fuga (por parte de los supervisores de la operación) antes de que se hayan derramado unos pocos litros.

La probabilidad de un gran derrame de combustible es remota. El tamaño de los derrames típicos de hidrocarburos notificados durante actividades de exploración similares se sitúa en el rango de los 50 litros (AECOM, 2018; ERM 2019). 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. Solo en raras ocasiones una colisión entre buques puede provocar la ruptura del tanque de combustible y el vertido del mismo al agua. El análisis de las estadísticas de accidentes en el transporte acuático realizado por la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (OGP, 2010) muestra que las colisiones entre buques representan sólo el 12% del total de pérdidas de buques y que la probabilidad de que esto ocurra es extremadamente baja. Para que esto ocurra, la colisión debe tener la fuerza suficiente para penetrar en el casco del buque en el lugar donde se encuentra el tanque de combustible, lo cual es poco probable. Además, el casco del buque sísmico tiene doble revestimiento. En este sentido es dable destacar que es muy improbable que una colisión de ese tipo ocurra durante la prospección sísmica ya que el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo tendrán que cumplir con los procedimientos generales de seguridad marítima y de navegación (uso de luces, balizas, contacto por radio, etc.), sumado a la zona de exclusión de navegación que se establece entorno al buque sísmico y el arreglo para su navegación segura (de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás).

2.2.3 Delimitación del Área de influencia del Componente Biótico

En función de la exposición realizada 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 (grupos receptores) del medio (ver resumen en Tabla 1). 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, según los antecedentes expuestos anteriormente. 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.

En relación a los eventos accidentales relacionados con derrames de hidrocarburos o sustancias peligrosas, como se mencionó anteriormente, si bien de baja probabilidad de ocurrencia, la situación más probable sería la de la perdida de combustible en las operaciones de recarga o trasvase de combustible. Estas operaciones tendrán lugar en el puerto de Puerto Deseado, establecido para servicios logísticos (donde el buque logístico se reabastecerá cada 2 o 3 semanas), y en el área de adquisición de datos sísmicos donde el buque sísmico será reabastecido. Evaluaciones ambientales y estudios de riesgo marítimos señalan que la extensión del área afectada por un derrame de combustible en operaciones de recarga, ya sea en áreas abiertas o en el puerto, se puede considerar como puntual o localizada (URS, 2014; SRL, 2017; ERM, 2016; PGS, 2018). Dado los pequeños volúmenes que se verían involucrados en caso de fugas de hidrocarburos en estas operaciones, y que las mismas se llevarán a cabo bajo protocolos de prevención y control en caso de que ocurran, no se espera que en caso de producirse un impacto de este tipo supere el AID establecido para las mencionadas áreas.

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” 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 mencionadas áreas de influencia para el componente biótico se presenta en la Figura 4 y en más detalle en la Figura 5.

2.3 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, caracterizando en detalle dentro del Área de Estudio Detallada 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.

2.4 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 probable 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, desde el punto de la afectación de las especies de interés pesquero se remite a lo expuesto en el Punto 2.2 en relación a las pesquerías, por lo que 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 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 AII queda delimitado 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 mencionadas áreas de influencia para el componente antrópico se presenta en la Figura 4 y en más detalle en la Figura 6.

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

Tabla 2. 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		

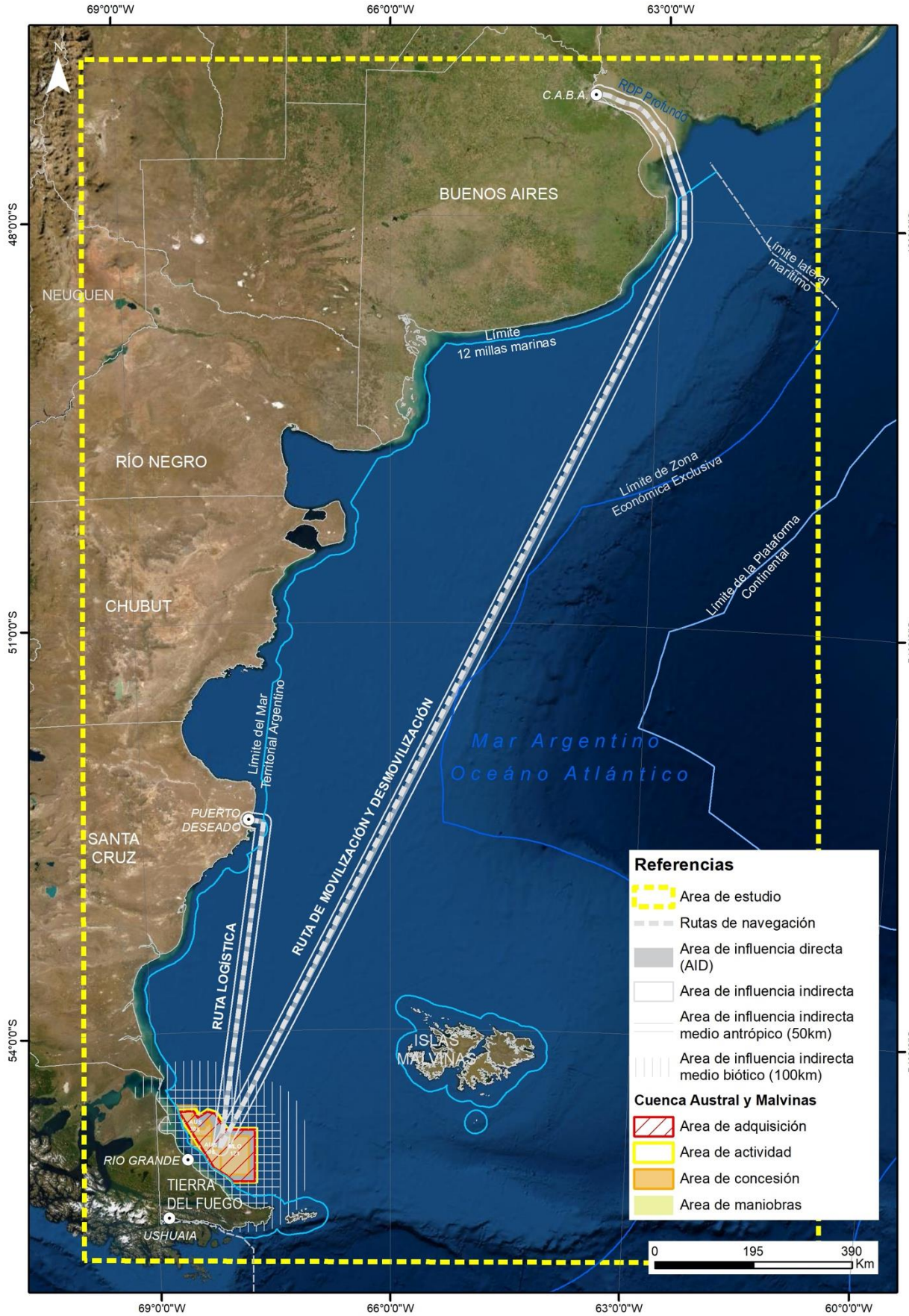


Figura 4. Área de estudio y áreas de influencias del proyecto.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

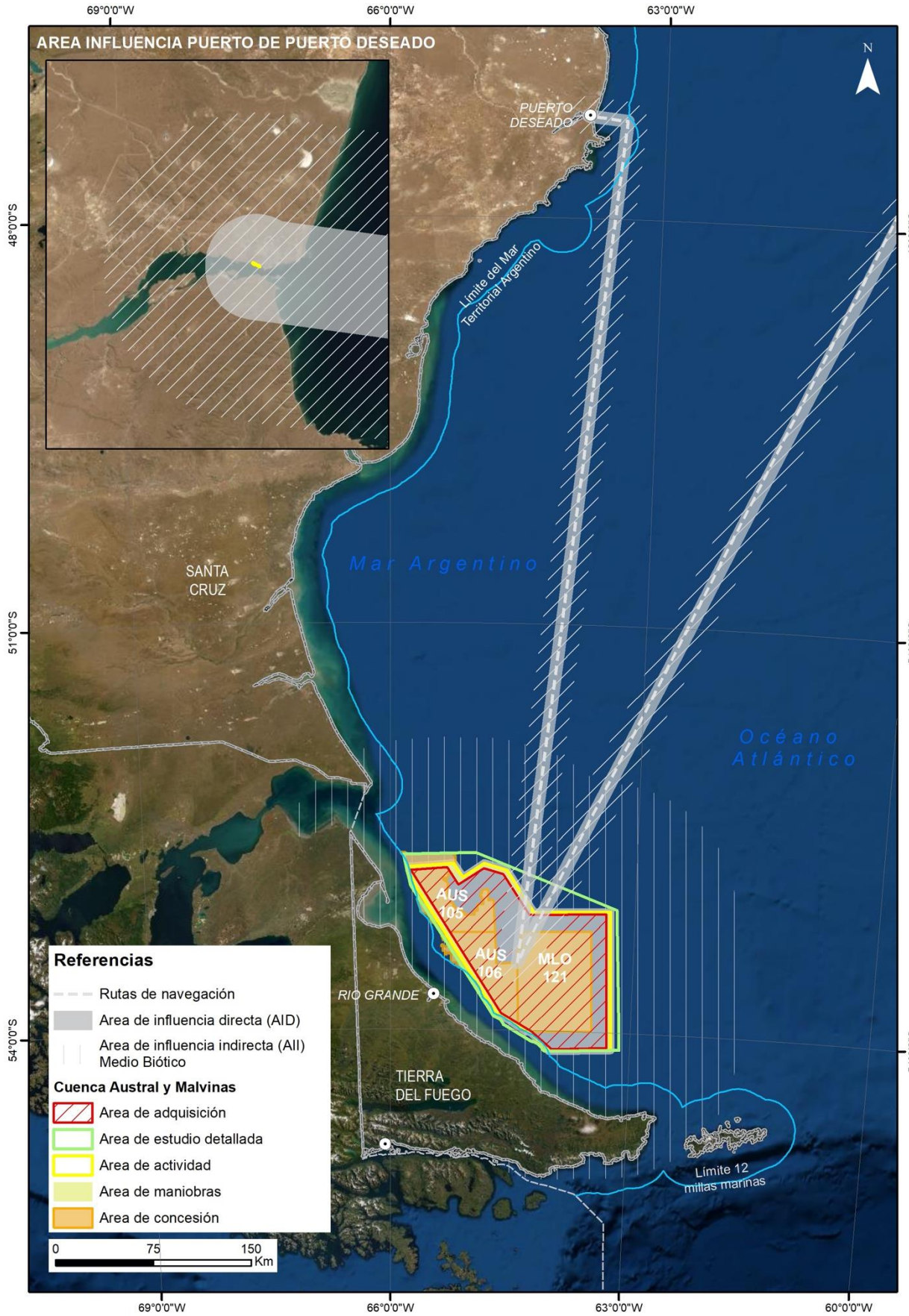


Figura 5. Detalle del Área de Influencia del Componente Biótico.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

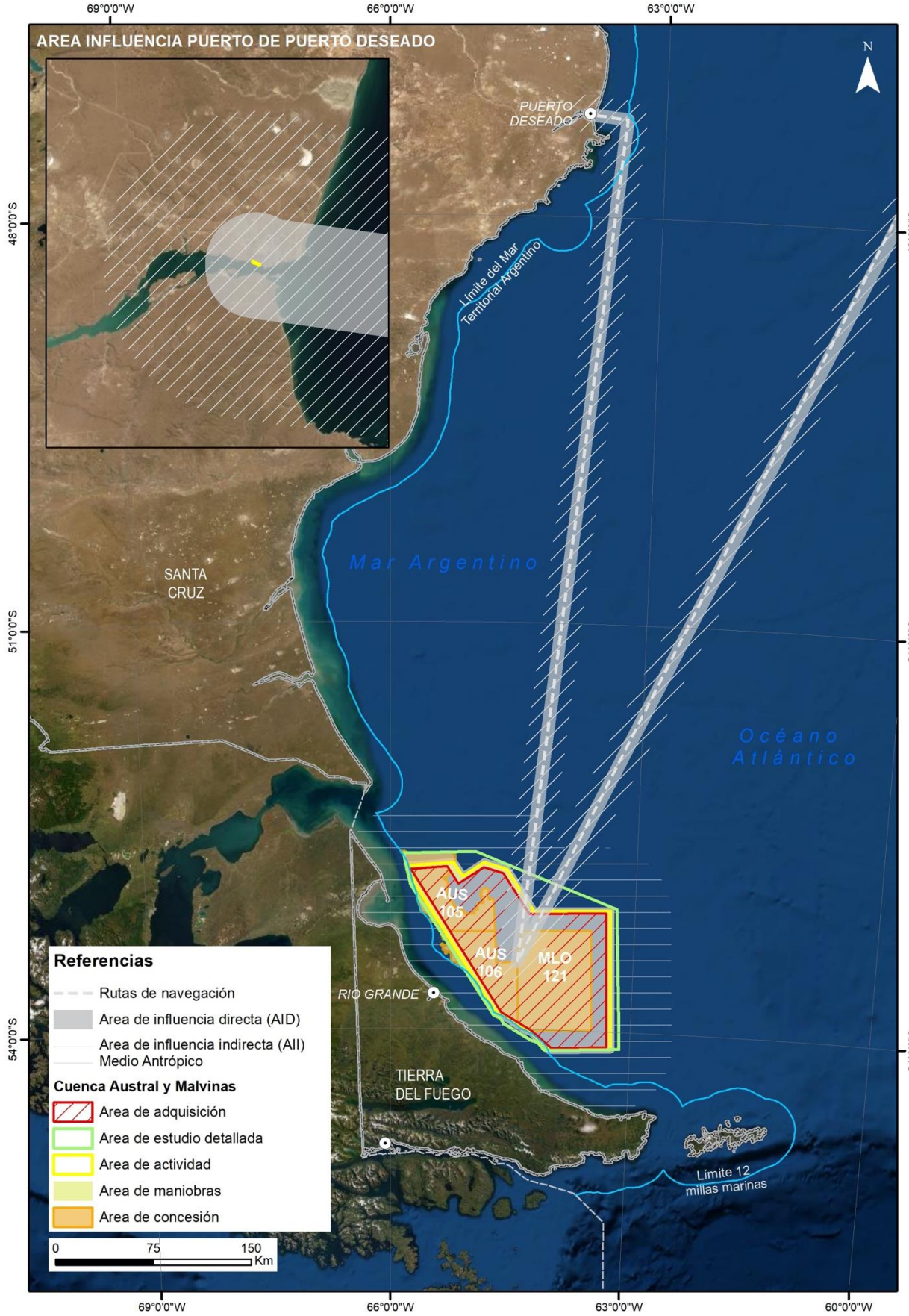


Figura 6. Detalle del Área de Influencia del Componente Antrópico.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

3 MEDIO FÍSICO

3.1 GEOLOGÍA

La corteza terrestre se divide en dos grandes tipos, la corteza continental y la corteza oceánica. La mayor parte de la corteza continental está sobre el nivel del mar, pero otra parte está sumergida en los océanos. A esta zona de transición entre los continentes y las cuencas oceánicas se le conoce como margen continental y, aunque comparte las características geológicas de los primeros, ha sido profundamente modelada por los procesos marinos.

En el margen continental se pueden distinguir tres áreas principales:

- Plataforma continental: zona bajo el nivel del mar que va descendiendo de forma suave hasta una profundidad que suele alcanzar los 200 metros.

- Talud continental: zona con una inclinación muy pronunciada y fuerte descenso que puede llegar hasta 3000 - 4000 metros de profundidad.

- Zona de transición: la zona de transición entre la corteza continental y la corteza oceánica se sitúa entre el talud y las llanuras abisales y puede ser de dos tipos: una fosa muy profunda, llamada fosa oceánica, o una zona de acumulación de sedimentos denominada emersión continental o elevación continental. La fosa se forma en los márgenes continentales activos (con subducción de placas tectónicas) y la emersión continental en los márgenes continentales pasivos (sin subducción).

La emersión continental está a una profundidad generalmente superior a 2000 m bajo el nivel del mar y puede llegar a profundidades muy superiores. Puede extenderse desde varios cientos a varios miles de kilómetros y tiene una inclinación media que suele estar entre 0,5 - 1º. A diferencia del talud, que es una formación tectónica, la elevación continental es una formación sedimentaria.

El margen continental argentino (MCA) 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).

Una de las etapas más importantes que incidieron en la evolución del margen fue la transgresión marina global que inundó regiones de la actual Patagonia en el Maastrichtiano (70-65 Ma), la cual dio lugar a la primera plataforma continental de esta porción de la placa Sudamericana (Malumián, 1999; Náñez y Malumián, 2008). La profundización de ese mar y consecuente mayor circulación de las aguas a partir del Oligoceno (30-32 Ma), cuando se abrió definitivamente el pasaje de Drake entre Sudamérica y Antártida y se instaló la Corriente Circumpolar Antártica, llevaron a la instalación de condiciones oceanográficas de mar abierto.

Después de estos eventos mayores, la evolución del MCA pasó a ser dominada más por factores climático-oceanográficos que tectónicos, comenzando así a imprimirse los rasgos morfosedimentarios definitivos que, en el caso de la plataforma, se vieron substancialmente influenciados por los procesos glacioeustáticos propios del Cuaternario (Violante et al., 2014).

El MCA es de gran extensión y en él se desarrollan una extensa plataforma (cubre una superficie de ~960000 km^2), el talud, la emersión continental y numerosos sistemas de cañones submarinos. Si se compara esta región con los 2,7 millones km^2 de superficie de la “Argentina continental” surge la magnitud del enorme territorio que se extiende más allá de la línea de costa (Violante et al, s/f).

Tomando como referencia el pie del talud, el MCA se extiende por más de 3 millones de km^2, los que incluyen aproximadamente 1 millón de km^2 por encima de la isobata de 200 m (ENARSA, s/f).

En la Figura 7 se presentan los principales rasgos submarinos del sector continental e insular argentino, pudiéndose apreciar la gran extensión de la plataforma continental. En un detalle de la misma para la zona de estudio se señalan las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, ubicadas sobre la plataforma continental frente a Tierra del Fuego.

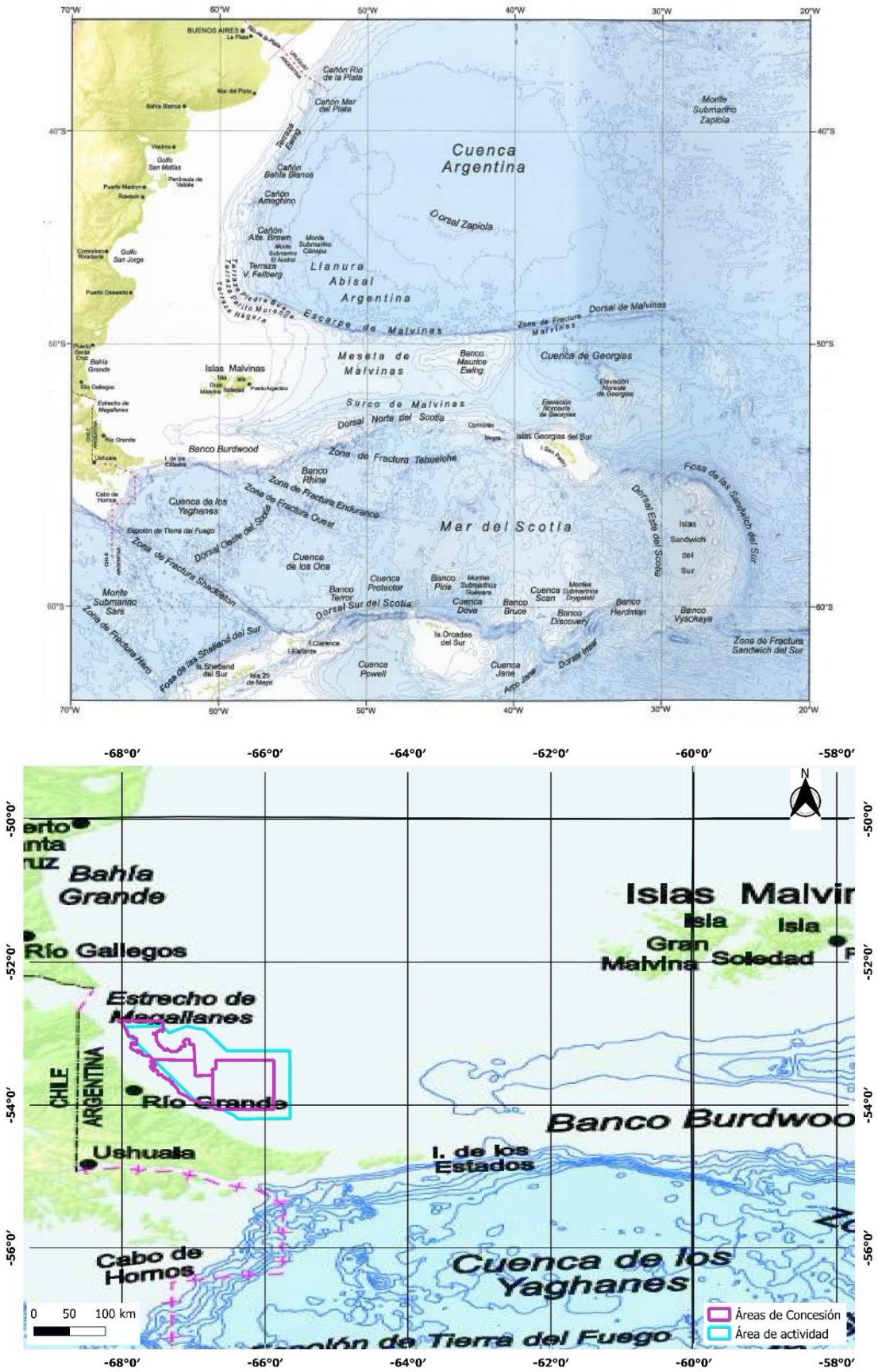


Figura 7. Principales rasgos submarinos del sector continental e insular argentino y áreas AUS105, AUS106 y MLO121. Polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Modificado de COPLA (2017).

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Cabe destacar que en este documento se adopta el término 'plataforma' o 'plataforma continental' *sensu estricto* en su concepto geomorfológico, no jurídico[4].

En la Figura 8 se presenta un esquema básico de la plataforma continental jurídica y su relación con el margen continental (cuando supera las 200 M desde las líneas de base desde las cuales se mide el mar territorial).

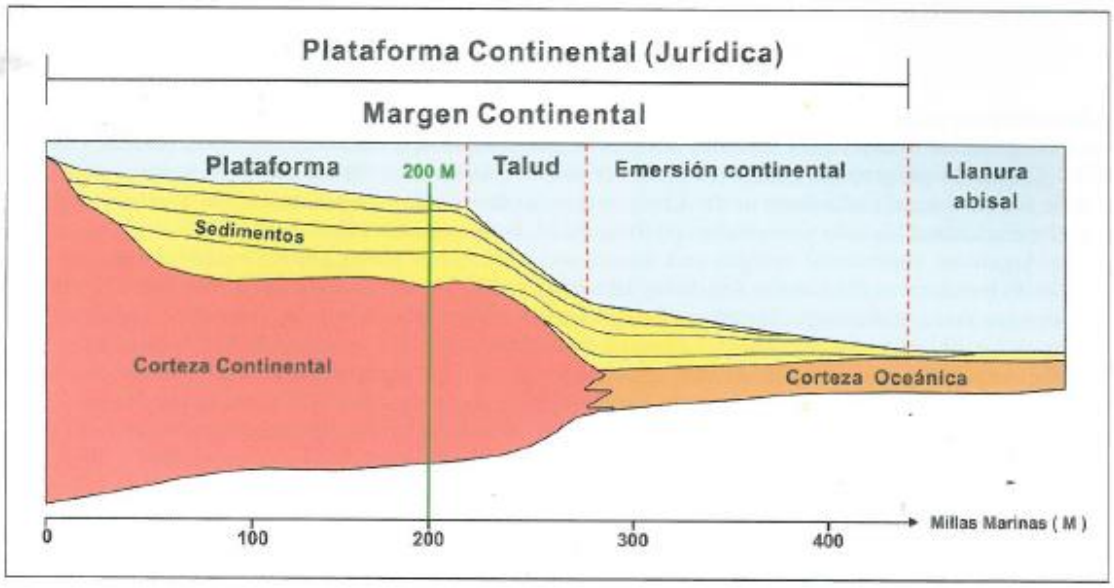


Figura 8. Esquema básico de la plataforma continental jurídica y su relación con el margen continental (cuando supera las 200 M desde las líneas de base desde las cuales se mide el mar territorial). Fuente: COPLA (2017).

3.1.1 Estructura

En su mayor parte, las cuencas costa afuera de Argentina son manifestaciones de procesos extensivos de retro-arco del Triásico tardío/Jurásico temprano con una posterior respuesta de rifting en el Mesozoico superior relacionado con la ruptura del Gondwana. Luego, a lo largo del resto del Terciario, la región desarrolló características de margen pasivo, excepto en el extremo sur, donde se observa una faja plegada debido a la interacción de las placas Sudamericana, Scotia y Antártica durante el Cretácico superior y el Terciario.

La extensión del estadio de rift, asociada con la fase de separación temprana del Gondwana, contribuye a que las cuencas costa afuera de Argentina generalmente se dispongan perpendiculares a la costa debido a la naturaleza rotacional de la separación de la placa Sudamericana de la Africana al sur del Walvis / Río Grande Ridge. Al norte de éste las cuencas se disponen paralelas a la costa (ENARSA, s/f).

Las cuencas reconocidas en el margen continental argentino (de norte a sur) son las de: Salado, Colorado, Rawson, Golfo de San Jorge, San Julián, Austral (también denominda de Magallanes) y Malvinas y sus extensiones en el talud continental (Figura 9). Las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se encuentran ubicadas en las cuencas Austral (o de Magallanes) y Malvinas.

[4] El límite exterior de la plataforma continental jurídica argentina corresponde al presentado ante la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC) -órgano científico integrado por 21 expertos internacionales y creado por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). El límite fue aceptado por Consenso (sin votos en contra) por dicha Comisión el 16 de marzo de 2016.

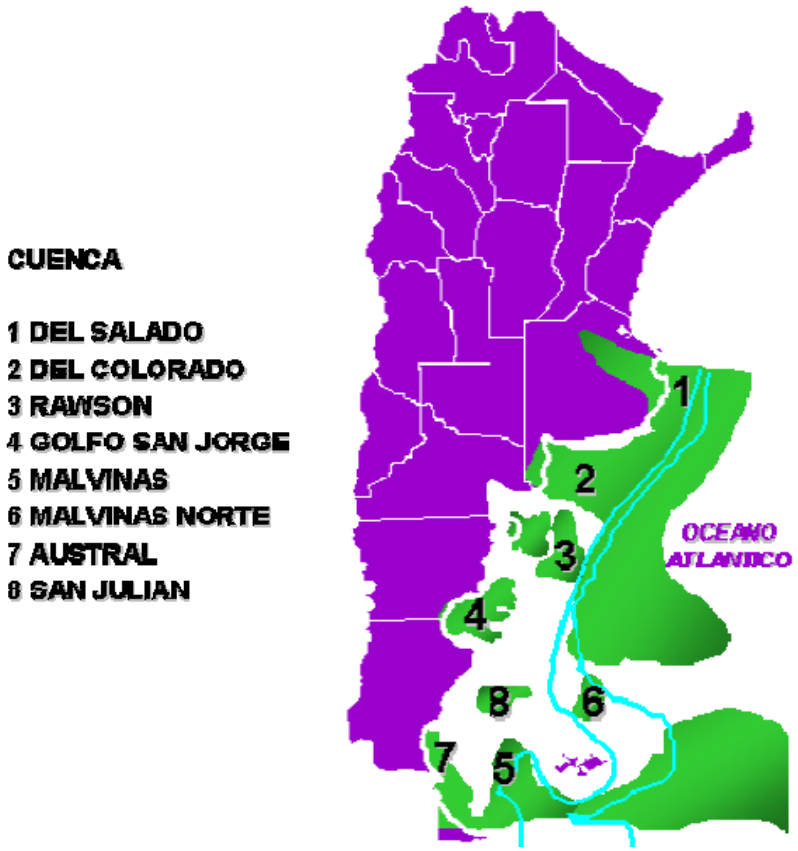


Figura 9. Principales cuencas sedimentarias del margen continental argentino. Fuente: ENARSA (s/f).

El Walvis / Río Grande Ridge, a medida que Sudamérica se mueve hacia el oeste con respecto a África, separa el Atlántico Sur en dos partes. La apertura hacia el norte es pequeña y angosta, mientras que hacia el sur es más amplia. Esto explica el desarrollo de espesos mantos salinos al norte de Walvis / Río Grande y su ausencia al sur.

En síntesis, los procesos extensionales de las cuencas costa afuera de Argentina están relacionados con la partición del Gondwana. Así, no obstante la gran variedad de nombres para formaciones geológicas equivalentes y diferentes estilos estructurales observables en cuencas separadas, lo concreto es que el modelo tectono/estratigráfico es básicamente común, con sus particularidades. Solamente al llegar al extremo sur de la placa Sudamericana se desarrollaron procesos sedimentarios diferentes en lo que hoy son las cuencas Austral y Malvinas. En general, la carta tectono/estratigráfica de las cuencas costa afuera incluye una fase de pre-rift, que corresponde a rocas del Precámbrico y/o del Paleozoico, una fase de rift continental del Neocomiano al Aptiano y una fase de drift o deriva del Cretácico superior y Terciario.

La fase de rift da origen a un mosaico de fallas maestras E-W, en ocasiones interrumpidas por fallas antitéticas, creando una red de half grabens con algunos altos internos. Los estilos teutónicos resultantes pueden ser divididos en aquellos en los que el basamento está involucrado (fases de rift) y aquellos no vinculados al basamento (fases de drift).

Las áreas de sedimentación de estas cuencas están limitadas por rasgos estructurales mayores. En general, los depocentros de los rifts se localizan en áreas de plataforma, particularmente al norte de la línea Islas Malvinas/San Julián.

Las cuencas sedimentarias identificadas tienen continuidad en el continente, a excepción de las de Rawson, San Julián y Malvinas, que se desarrollan por completo bajo el Océano Atlántico.

Las cuencas Austral (o de Magallanes) y Malvinas son las más importantes del extremo sudoccidental del Oceáno Atlántico. La cuenca Austral abarca también un sector continental, la mitad este de la isla Tierra del Fuego, mientras que la cuenca Malvinas se ubica por completo en el océano, al este de la cuenca Austral (Tassone et al., 2008).

Las cuencas de antepaís Austral y Malvinas se desarrollaron sobre la corteza continental de Sudamérica y se localizan frente a los Andes Fueguinos, la región más austral de la Cordillera de los Andes. Este tramo de los Andes continúa hacia el este en la Dorsal Norte de Scotia a través del sistema de transferencia de la falla Magallanes-Fagnano (Lodolo et al., 2003). Las cuencas Austral y Malvinas están estructuralmente separadas por el alto de Dúngenes, una elevación del basamento que probablemente se desarrolló durante una fase de rift del Jurásico y se mantuvo durante la posterior evolución tectónica del Mesozoico y del Cenozoico (Zambrano y Urien, 1970).

La evolución tectónica de la cuenca está dividida en tres etapas (Richiano et al., 2012):

- Etapa de rift: se desarrolla durante el Jurásico superior como producto de la extensión generada por el impacto de una pluma mantélica sobre la litósfera patagónica;

- Etapa de sag: la subsidencia térmica se desarrolló durante el Cretácico inferior y en ella se registra la mayor transgresión marina en la cuenca; y

- Etapa de antepaís: se desarrolla en el Cretácico superior, relacionándose con el cierre de la cuenca marginal y el levantamiento de la Cordillera de los Andes.

Estructuralmente, costa afuera de Tierra del Fuego se distinguen tres grandes zonas (Tassone et al., 2008). Éstas son, de norte a sur (Figura 10):

- la zona no deformada de las cuencas de antepaís Austral y Malvinas (al norte y al este de la porción sur de la cordillera de los Andes);

- el cinturón de pliegues y cabalgamientos exterior (OFTB) e interior (IFTB); y

- las rocas cristalinas de la región austral de los Andes (Andes Fueguinos) del Paleozoico tardío - Mesozico temprano sometidas a deformaciones y metamorfosis, que formaban parte del viejo complejo acrecional desarrollado a lo largo del margen pacífico del continente de Gondwana.

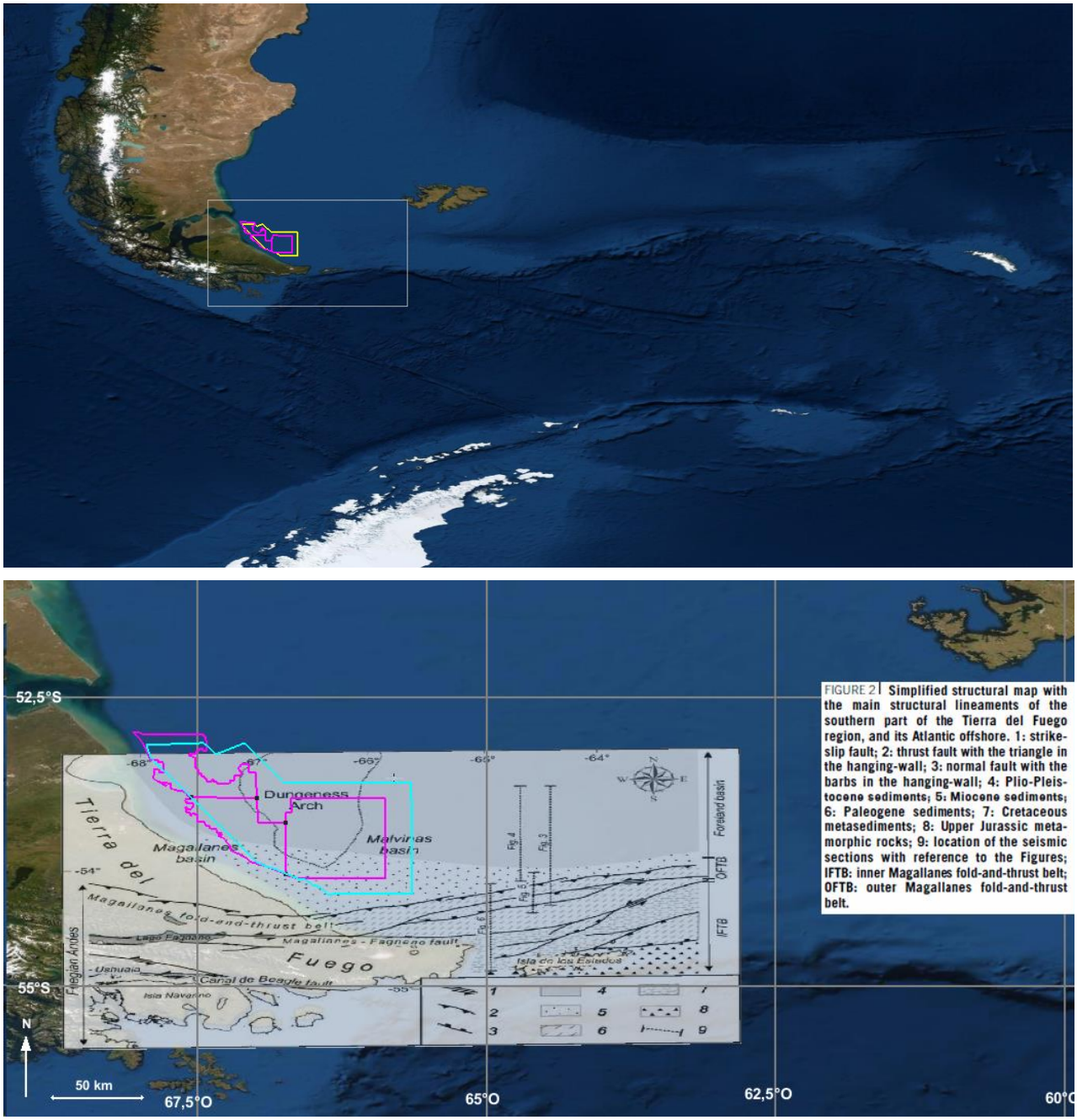


Figura 10. Mapa estructural simplificado con los principales lineamientos de la región sur de Tierra del Fuego y su offshore atlántico. Polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Fuente: modificado de Tassone et al., 2008.

3.1.2 Factores que condicionaron el modelado y sedimentación en el margen continental argentino

La configuración morfosedimentaria del MCA resultó de dos aspectos principales: en primer lugar, la herencia geotectónica dominada por los factores endógenos involucrados en la estructura y evolución del margen, entre los cuales parecen haber sido relevantes los procesos de flexohundimiento y, en segundo lugar, los factores externos condicionados por el clima y los procesos oceanográficos, los cuales fueron haciéndose con el tiempo más importantes que los endógenos pasando a ser dominantes en el Cenozoico y manifestándose fundamentalmente con las fluctuaciones glacioeustáticas del Cuaternario.

De esta manera, los rasgos morfosedimentarios de la plataforma continental argentina fueron adquiridos como resultado de la interacción de diversos factores como las fluctuaciones del nivel del mar, isostasia, clima, procesos oceanográficos, dinámica sedimentaria, 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).

La historia geológica de la plataforma es más compleja que la de las regiones costeras; su extensión y escaso relieve han favorecido un profundo efecto modelador producto de las sucesivas transgresiones y regresiones marinas del Cuaternario, que le imprimieron variados rasgos morfosedimentarios (Violante et al., 2014).

El descenso del nivel del mar durante la última época glacial (ocurrida hace 18000 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 el talud continental, debido a sus profundidades por debajo de los 120 metros, las variaciones del nivel del mar no tuvieron un efecto directo. Sin embargo, los cambios climáticos se manifestaron allí a través de variaciones en la circulación de las corrientes oceánicas. Estas corrientes son significativos procesos que influyen en la dinámica sedimentaria y en el modelado de la topografía submarina, dejando una fuerte impronta en los ambientes que estuvieron permanentemente sumergidos. El MCA está dominado por corrientes de origen subantártico que circulan de sur a norte a diferentes profundidades, siguiendo las isobatas (corrientes de contorno). La consecuencia de esa dinámica oceánica fue un transporte de sedimentos que conformó grandes secuencias sedimentarias a lo largo del margen, desarrollando depósitos denominados “contorníticos” que se manifiestan como acumulaciones en superficies aterrazadas (Violante et al., 2014).

Paralelamente, las altas pendientes del talud favorecieron la acción de procesos gravitacionales manifestados a través de corrientes densas de sedimentos (corrientes de turbidez) que se deslizan sobre el mismo, cavando cañones submarinos y produciendo depósitos turbidíticos y deslizamientos submarinos.

En la Figura 12 se presentan los principales rasgos geomorfológicos con la ubicación de las distintas terrazas.

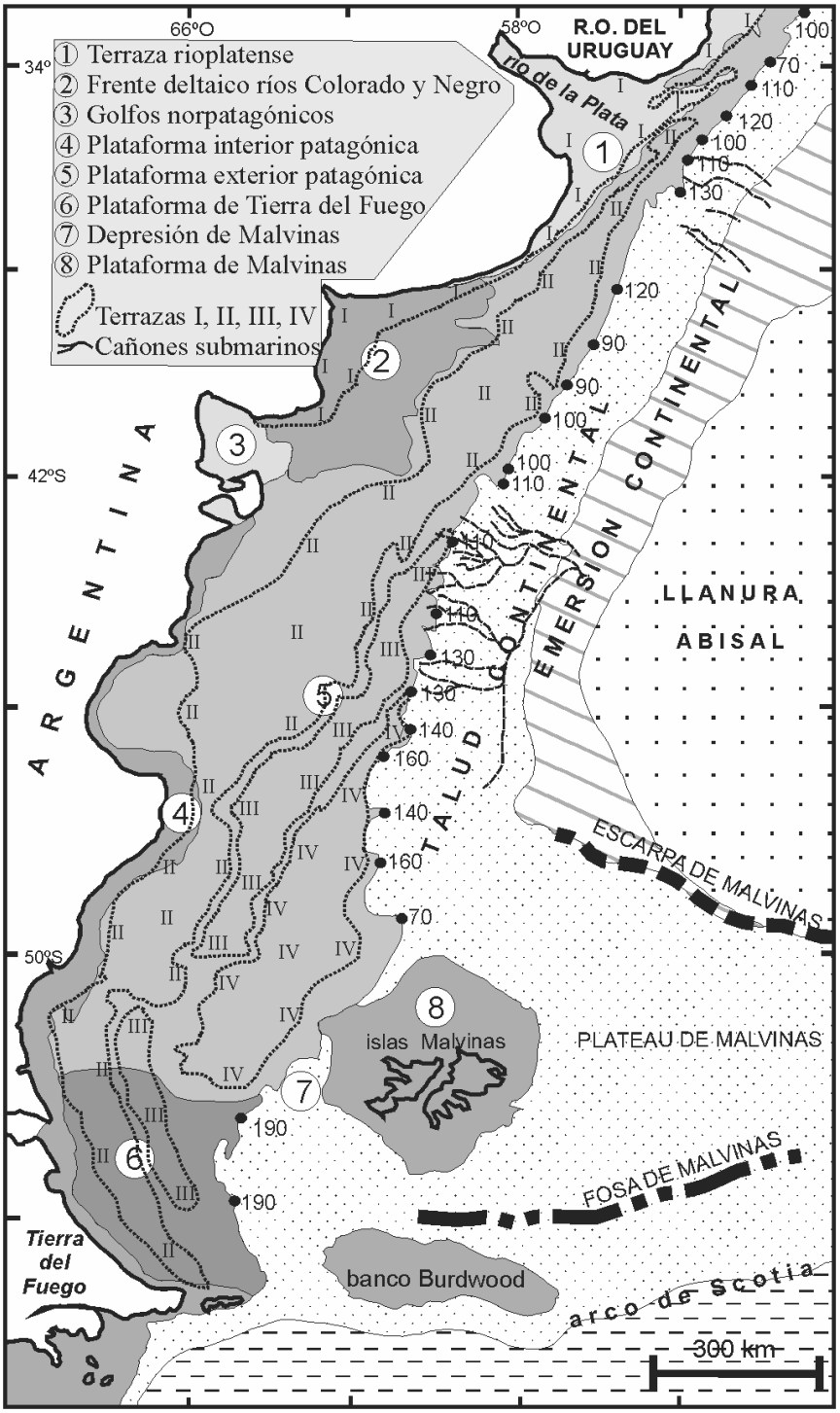


Figura 11. Mapa geomorfológico con indicación de las profundidades del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud (puntos negros). Fuente: Violante et al., 2014 (modificado de Parker et al., 1996).

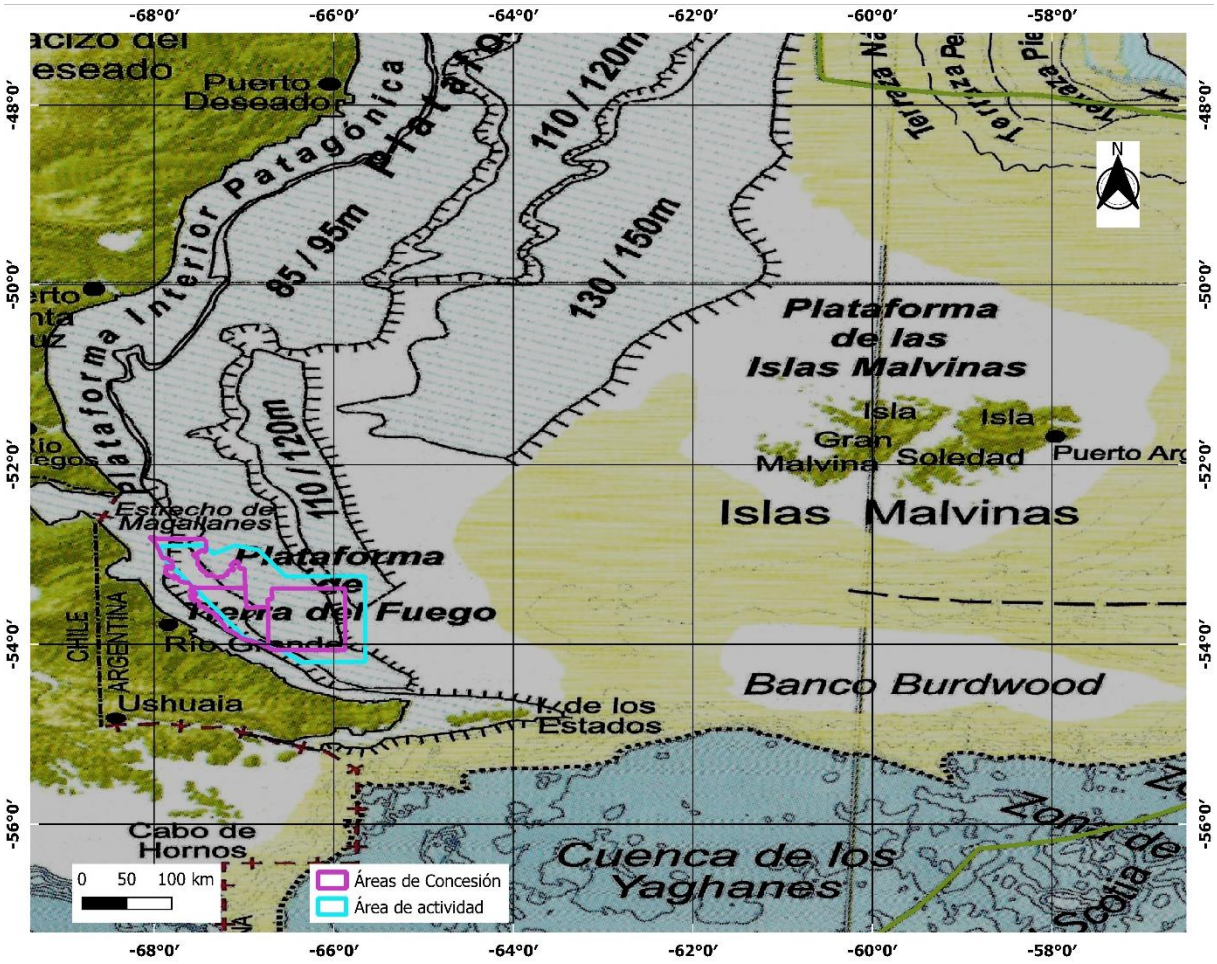


Figura 12. Rasgos geomorfológicos del margen continental en la zona de estudio. Línea verde (a la derecha, arriba y abajo): 200 M; polígonos magenta: áreas de concesión; polígono turquesa: área de actividad. Fuente: modificado de COPLA (2017).

Variabilidad paleoclimática desde el último máximo glacial

Los factores paleoclimáticos globales fueron esenciales en la evolución del extremo sur de Sudamérica durante las épocas glaciales y postglaciales, sumados a la influencia de factores regionales y locales tales como: a) las condiciones atmosféricas y consecuentes patrones de vientos impuestos por la variabilidad entre los anticiclones del Pacífico Sur y del Atlántico Sur; b) la cercanía de las masas de hielo antártico y los hielos continentales de los Andes del sur y su transformación en volúmenes de agua oceánica después de su derretimiento; c) la relación variable entre la superficie de tierras emergidas y sumergidas a través del ciclo glacial-postglacial, que llevó no solamente a una duplicación del continente durante el Último Máximo Glacial al quedar emergida la actual plataforma y a su progresiva reducción a la mitad de su extensión original en los tiempos postglaciales, sino también a consecuentes cambios climáticos (Violante et al., 2014). A escala global se consideran tres períodos caracterizados por particulares condiciones climáticas: Último Máximo Glacial, Glacial Terminal y Postglacial (Fleming et al., 1998).

Durante el Último Máximo Glacial, como resultado de la baja posición del nivel del mar se produjo el incremento de la superficie patagónica continental y la exposición subaérea de la plataforma (Clapperton, 1993; Rabassa, 2008).

El período Glacial Terminal se caracteriza por la ocurrencia de significativos y recurrentes cambios climáticos (con recesiones y avances glaciares) que marcaron la transición entre la época glacial y la actual.

El Postglacial representa el período que evolucionó hacia las condiciones climáticas actuales.

Condiciones hidrográficas

Desde el punto de vista oceanográfico la plataforma continental argentina está dominada por masas de agua de origen subantártico que circulan de sur a norte, cuyos niveles superiores corresponden a la corriente de Malvinas, diluidas por los aportes fluviales y el balance evaporación-precipitación, por lo que pueden diferenciarse regiones con masas de aguas de diferentes salinidades (Perillo y Kostadinoff, 2005; Piola et al., 2010).

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 -siendo la parte superior la corriente de Brasil-, generando ese encuentro la zona de confluencia (Piola y Gordon, 1989; Piola y Matano, 2001).

Las olas y mareas se constituyen en procesos esenciales en la dinámica sedimentaria en la zona litoral, variando en su importancia a lo largo de las costas. Tanto la altura de ola como la amplitud de la marea aumentan de norte a sur. La relación entre estos factores hace que mientras en las costas bonaerenses las olas de tormenta sean el factor dominante (D'Onofrio et al., 1999) condicionando el transporte y disponibilidad de arenas en la franja litoral, en las costas patagónicas la acción de las mareas es mucho más significativa, en función de su amplitud y velocidad de la corriente (Glorioso y Flather, 1997; Simionato et al., 2004).

La influencia fluvial en la plataforma continental argentina tiene al Río de la Plata como principal aporte de agua dulce, descargando entre 22000 y 25000 m^3/s (Jaime et al., 2002; Giberto et al., 2004; Simionato et al., 2007). Este volumen de agua acarrea una carga sedimentaria en suspensión, transferida desde los ríos Uruguay y Paraná, del orden de 92 millones de toneladas anuales según Milliman y Meade (1983) y 79,8 según Giberto et al. (2004). De acuerdo a Campos et al. (2008b), 57 millones de toneladas anuales irían al océano. En menor grado aportan a la plataforma los ríos patagónicos, que en conjunto no exceden 2000 m^3/s, destacándose como más importantes los ríos Negro (858 m^3/s), Santa Cruz (691 m^3/s) y Colorado (131 m^3/s) (Gaiero et al., 2002, 2003).

Tanto los procesos oceanográficos como los fluviales han variado a través del tiempo. Los cambios paleoceanográficos pueden sintetizarse a partir de la variabilidad en las temperaturas oceánicas y el desplazamiento de las masas de agua entre los períodos glaciales e interglaciales. Estos cambios estuvieron significativamente influenciados durante la última glaciación por la transferencia de enormes volúmenes de agua desde las regiones marinas a las continentales donde se acumularon como masas de hielo, y en forma inversa por derretimiento de estas últimas durante las interglaciaciones (Violante et al., 2014).

Variaciones del nivel del mar

La gran extensión de la plataforma continental argentina y sus regionalmente diferentes características hacen compleja la tarea de establecer una curva de variaciones relativas del nivel del mar como consecuencia de las complejas variables eustáticas, tectónicas e isostáticas que han intervenido en su evolución (Violante et al., 2014).

Diversos autores (ver recopilación en Violante y Parker, 2000; Cavallotto et al., 2004) han elaborado curvas, en diferentes regiones, de las posiciones de la línea de costa, esencialmente centradas en la regresión marina de los últimos 6000 años. Esas curvas evidencian la falta de coincidencia en los detalles de las fluctuaciones marinas, lo que puede considerarse como consecuencia de la influencia de factores locales (climáticos, isostáticos, etc.) en cada una de las regiones consideradas (Violante et al., 2014).

Rostami et al. (2000) afirmaron que existen diferencias en el comportamiento de las regiones norte y sur de la Patagonia, ya que las predicciones de las fluctuaciones del nivel del mar y los modelos de deglaciación coinciden para la primera pero no para la segunda, como consecuencia de la alta relación tierras emergidas/sumergidas dada por el excepcional ancho de la plataforma en el sur, como así también por la cercanía de la Antártida y la influencia de los mantos de hielo patagónicos, y por la ocurrencia de procesos tectónicos vinculados a las zonas de subducción y tectónica del no tan alejado margen chileno.

Sin embargo, es indudable que la velocidad de ascenso del nivel del mar ha tenido fluctuaciones, evidenciadas en relictos de paleolíneas de costas actualmente sumergidas que muestran la posición estacionaria que el mar ha tenido en determinados momentos. Posibles posiciones del nivel del mar en distintos momentos claves de la transgresión postglacial se presentan en la Figura 13 (Violante et al., 2014).

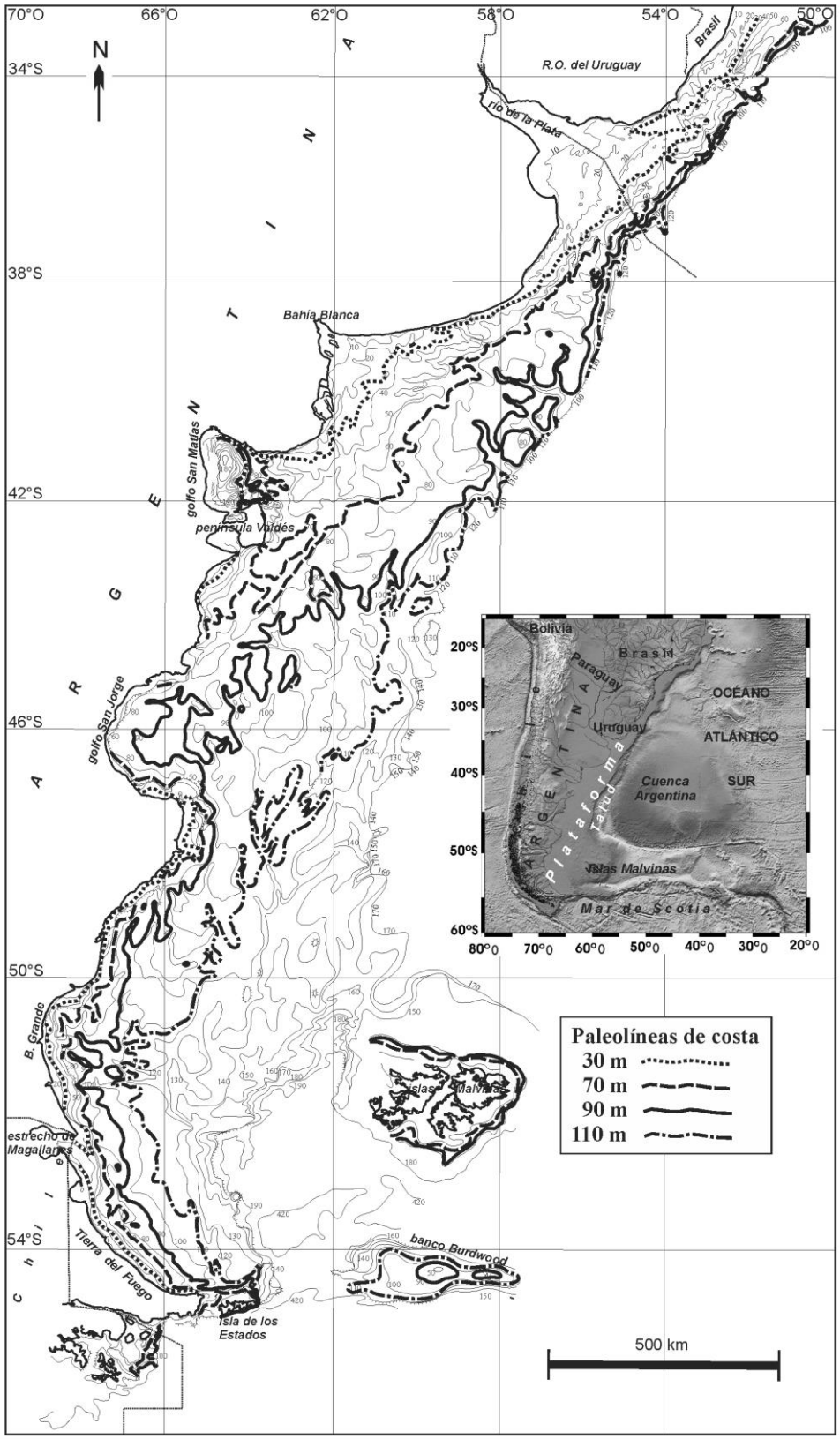


Figura 13. Mapa batimétrico de la plataforma, con indicación de paleolíneas de costas a diferentes profundidades. Se ilustran las de 30, 90 y 110 m según los detalles evidenciados en la plataforma bonaerense más la de 70 m que correspondería a la base de la terraza I, coincidente con el nivel del mar al momento de ocurrencia del período Younger Dryas. Fuente: Violante et al., 2014.

Procedencia de sedimentos

La plataforma continental argentina recibe sedimentos terrígenos procedentes de dos áreas de aporte principales: la región andina y el escudo de Brasilia. Sin embargo, no deben descartarse aportes menores de las Sierras Pampeanas y otras regiones del centro de Argentina.

No obstante, la presencia de las dos asociaciones, el predominio de la primera es evidente en la mayor parte de la plataforma continental argentina, tal como queda documentado por la composición mineralógica a nivel regional (Marcolini 2005), como también por análisis isotópicos (Mahiques et al. 2008, Noble et al. 2012) y de mineralogía de arcillas (Campos et al. 2008a).

La región andina fue afectada por intenso volcanismo Mesozoico y Cenozoico, cuyos productos de erosión fueron transportados hacia el este por acción fluvial y eólica, esta última también interviniendo en la movilidad de cenizas volcánicas y materiales piroclásticos. Todos estos materiales fueron depositados y retransportados en las regiones pampeana y patagónica a través de diversos ciclos sedimentarios multigenéticos hasta que finalmente alcanzaron las costas y el mar (Violante y Rovere, 2005). La asociación mineralógica resultante fue definida como asociación volcánico-piroclástica (Teruggi, 1954; Etchichuri y Remiro, 1963; Gelos et al., 1988).

El análisis de la concentración de elementos mayoritarios en sedimentos superficiales del margen continental argentino documenta, desde los aspectos geoquímicos, el origen terrígeno de los mismos (Frenz et al., 2004; Mahiques et al., 2008; Chiessi et al., 2009; Govin et al., 2012).

Dinámica sedimentaria

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.

No obstante, en el caso del transporte fluvial y eólico (este último incluyendo tanto el aporte de sedimentos por erosión eólica como también tefras y cenizas originadas en erupciones andinas) puede ocurrir un bypass que los lleve directamente hacia las zonas profundas sin estacionarse en el sistema litoral. Durante la transgresión postglacial estos procesos han ocurrido en cada etapa del ascenso eustático, con variantes en función de la velocidad de ascenso, factores climáticos, circulación oceánica, procesos litorales y cambios en los aportes sedimentarios. La transgresión postglacial actuó sobre un substrato Neógeno-Cuaternario poco consolidado provocando el progresivo barrido de su superficie por la acción erosiva de las olas y corrientes litorales con el consecuentemente rápido retroceso costero, manifestado a través de una alta tasa de erosión de la costa y transferencia de sedimentos hacia los fondos marinos adyacentes (Urien y Ewing, 1974; Parker y Violante, 1982; Violante y Parker, 2000, 2004; Perillo et al., 2005; Parker et al., 2008). En la plataforma, los depósitos resultantes sobre la superficie de erosión (*ravinement*, sensus Swift, 1968), son palimpsestos o relictos de acuerdo a cómo hayan sido o no afectados por las condiciones hidrodinámicas.

El aporte total de sedimentos terrígenos a la plataforma por acción directa de los agentes de transporte fue estimado en 70 x 10^6 ton/año (Pierce y Siegel, 1979, Gaiero et al., 2003), de los cuales 39 x 10^6 ton/año (56%) corresponden a erosión costera, 29 x 10^6 ton/año (41%) a transporte eólico y 2 x 10^6 ton/año (3%) a actividad fluvial. Isla y Cortizo (2005) estimaron valores muy distintos (243,8 x 10^6 ton/año) para los sedimentos erosionados de los acantilados patagónicos e introducidos al mar, aunque sin duda deben considerarse importantes diferencias entre regiones, dependientes de factores locales.

Las redes fluviales transportan hacia las zonas costeras volúmenes sedimentarios relativamente reducidos, ya que los ríos más pequeños tienen poca capacidad de transporte mientras que los más caudalosos generalmente desembocan en ambientes estuáricos que retienen buena parte de los detritos. La mayor capacidad fluvial durante épocas pasadas está evidenciada no solamente por el tamaño desproporcionado de los valles en el continente respecto a los caudales actuales, sino también por la gran cantidad de gravas de origen glacifluvial que tapizan la plataforma patagónica (Perillo y Kostadinoff, 2005).

Las olas y mareas, especialmente bajo condiciones de tormenta, son capaces de removilizar grandes volúmenes de sedimentos (Perillo y Kostadinof, 2005), como queda documentado por los campos de ondas de marea que ocupan algunos sitios de la plataforma donde las velocidades son mayores (Servicio de Hidrografía Naval, 1961; Urien y Ewing, 1974, So et al., 1974; Perillo y Kostadinoff, 2005).

Con relación al transporte por corrientes litorales, la circulación neta es hacia el norte, a excepción de células locales de circulación opuesta influenciada tanto por la morfología de la línea de costa como por los aportes fluviales.

Teniendo en cuenta la dinámica sedimentaria imperante en la plataforma, Violante (2004) siguiendo los conceptos de Swift (1976) la consideró como de régimen sedimentario pasivo de carácter autóctono.

3.1.3 Estratigrafía y espesor sedimentario

Las cuencas Austral y Malvinas corresponden a la conjunción de dos depocentros: el de Malvinas, desarrollado en la actual plataforma, y el de Austral que se emplaza costa adentro. El alto de Dúngenes, extensión sur del macizo del Deseado, separa ambas cuencas. Dúngenes es una elevación tectónica formada probablemente a fines del Cretácico-Cenozoico (COPLA, 2017).

El basamento de estas cuencas es complejo, de origen volcánico, sobre el que se formó un relleno sedimentario que se inicia en el Mesozico (Jurásico medio-superior y Cretácico), con facies no marinas, de alto contenido piroclástico y que continúa en el Cenozoico.

En el Mesozoico se desarrolló un relleno sedimentario formado por mares someros del Jurásico superior y Cretácico inferior, asociado con sucesivos eventos transgresivos y regresivos, para posteriormente pasar a una sedimentación marina profunda (COPLA, 2017).

El relleno sedimentario se inicia con la depositación de arenas continentales, seguidas por arenas y lutitas marinas costeras, que cubren casi en toda su extensión la plataforma regional. Posteriormente se produce la inundación de aguas marinas anóxicas del mar de Weddell que depositan fangos salobres. Esta gran transgresión continúa en facies marinas francas con una depositación de sedimentos marinos de grano fino en sucesivas secuencias hasta el Cretácico superior y Cenozoico inferior.

Durante el Cretácico medio-tardío se desarrolla una fase regresiva con depositación de cuñas arenosas. La subsidencia térmica regional favorece el ingreso de sucesivas transgresiones marinas que persistieron durante todo el Cretácico. Los mares se profundizaron y la sedimentación se produjo en un ambiente anóxico, nerítico exterior a medio, con una abundante fauna marina de pelecípodos y amonites de edad cretácica tardía.

Los aspectos estratigráficos más recientes de la plataforma continental argentina, así como los rasgos resultantes de la transgresión postglacial que le imprimieron sus características morfosedimentarias presentes, se desciben a continuación.

La estratigrafía de los niveles superiores del subsuelo de la plataforma continental argentina está representada por secuencias sismoestratigráficas del Plioceno superior - Holoceno (Parker et al. 1999, 2008).

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.

El substrato pre-transgresivo (de nivel de mar bajo, durante el Último Máximo Glacial) constituía una extensa planicie subaérea con características morfológicas, hidrográficas, edafológicas y biológicas semejantes a las actuales regiones pampeana y patagónica, aunque bajo condiciones impuestas por los climas imperantes.

De acuerdo a Violante y Parker (2000, 2004) los principales rasgos pre-transgresivos reconocidos en la plataforma son paleolíneas de costas, valles fluviales sumergidos, geoformas glacigénicas, paleosuelos y otras evidencias de depósitos continentales.

Si bien el avance del mar durante la etapa trangresiva modificó sustancialmente aquella superficie, no borró totalmente los rasgos subaéreos previos, que quedaron parcialmente preservados. El relieve pre-transgresivo muestra evidencias de niveles aterrazados heredados de procesos erosivos posiblemente asociados a estabilizaciones momentáneas del nivel del mar durante transgresiones precedentes a la última (Costa et al., 2012). Esos relieves han quedado como relictos aún después del modelado final durante la transgresión postglacial. En el borde exterior de algunas de las terrazas de la plataforma se desarrollan acumulaciones sedimentarias relicto que revelan la presencia de antiguas líneas de costas o paleocostas, hoy sumergidas.

Las características de la superficie transgresiva son el resultado de: a) el relieve y constitución litológica del substrato; b) los procesos subaéreos durante etapas pre-transgresivas (costeros, fluviales, eólicos, lacustres, formación de suelos y procesos físico-químicos asociados como desecación y oxidación); c) velocidad y variabilidad del ascenso relativo del nivel del mar; d) tipos de ambientes litorales desarrollados en diferentes regiones y su variabilidad a través del tiempo; y e) balance erosión-depositación en cada etapa de la transgresión, el cual dependió de la dinámica litoral, la acomodación al nivel de base en ascenso y el aporte sedimentario.

Violante y Parker (2000, 2004) describieron las posibles variantes reconocidas en los paleoambientes sedimentarios según la posición relativa del nivel del mar durante las diferentes etapas de la transgresión, pudiendo variar ellos desde ámbitos exclusivamente formados por sedimentos marinos en las partes más profundas de la plataforma a diferentes relaciones entre ambientes marinos, litorales y continentales a medida que las secuencias se acercan al continente.

La unidad estratigráfica más reciente del subsuelo de la plataforma continental argentina corresponde al paquete sedimentario post-Último Máximo Glacial con una edad entre ~18 ka y el presente (Violante et al., 1992; Parker et al., 1999, 2008; Violante y Parker, 2000, 2004), definida como una secuencia depositacional (o unidad sismoestratigráfica) identificada mediante relevamientos sísmicos de alta resolución efectuados en las áreas marinas del este bonaerense. La secuencia se extiende desde el borde exterior de plataforma (y aún sectores del talud superior) hasta las llanuras costeras, estando limitada en su base por la superficie transgresiva, mientras que su tope está representado por la superficie topográfica actual. Su espesor promedia unos 5 m a 10 m, siendo mayor en la plataforma bonaerense donde llega a 10-15 m y menor en la patagónica donde generalmente no excede los 5 m, teniendo aquí una distribución discontinua (Urien y Ewing, 1974; Parker et al., 1996, 1997; Urien et al., 2003). La configuración sísmica interna de la secuencia es en general de carácter caótico y no transparente, indicando alto contenido de arena, aunque en aquellos lugares donde incrementa su proporción de fangos, como en ambientes estuáricos, es transparente o libre de reflexiones internas.

La Tabla 3 sintetiza los niveles y subniveles de las terrazas indicadas en la Figura 11 y sus características morfosedimentarias. La terraza presente en la zona de estudio es la denominada II, con una cobertura sedimentaria compuesta por arenas finas a muy finas algo fangosas y por arenas finas a medianas con concentraciones de gravas en su borde offshore.

La Tabla 4 muestra los tipos litológicos, distribución y otros aspectos de la cobertura sedimentaria de la plataforma basado en las descripciones de Parker et al. (1997). Para la zona de estudio se describe la presencia de arenas (de origen terrígeno de carácter relíctico a palimpséptico) y de gravas (originadas en depósitos glacifuviales).

La Tabla 5 indica los subambientes de plataforma y las regiones geográficas diferenciadas por los procesos dominantes. En la zona de estudio se menciona la marea como proceso predominante y se destaca la posición cercana a la costa que alcanzaron los glaciares durante etapas de mar bajo, con la consecuente cobertura parcial de la plataforma por depósitos glacifluviales.

Como lo mencionan Perillo y Kostadinoff (2005), las terrazas más profundas contienen sedimentos más gruesos que aquellas más someras, hecho compatible con la mayor dinámica fluvial y capacidad de transporte hacia la plataforma en tiempos cercanos a la última glaciación.

Tabla 3. Niveles de terrazas. Fuente: Violante et al. 2014 (ampliado a partir de las descripciones de Parker et al. 1997 y Violante 2005).

Terraza	Extensión	Sub nivel -Prof.	Expresión morfosedimentaria
I	Longitud: 900 km al este de la región pampeana entre 35° y 42°S (interrumpida a la latitud de Mar del Plata). Ancho: 150 km en la boca del Río de la Plata y 100 km frente a Bahía Blanca.	A 30 m	Superficie mayor de la terraza. Sector norte (terraza Rioplatense): se extiende hasta Necochea, y en su sector septentrional está asociada a antiguas facies deltaicas del Río de la Plata (Parker *et al.* 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004). Sector sur (Bahía Blanca-San Blas): asociado a antiguas facies deltaicas de los ríos Colorado y Negro (Spalletti e Isla 2003, Melo *et al.* 2003). También en reducidos sectores adyacentes a las costas patagónicas como en Puerto Deseado. Constitución sedimentaria: arenas finas a medianas. Concentraciones de conchillas en cordones elongados en borde exterior de terraza.
		B 50 m	Pequeño nivel aterrazado en la parte media del escalón exterior de la terraza Rioplatense.
		C 70 m	En la base del escalón exterior de la terraza. Frente a Bahía Blanca está desdibujada por facies deltaicas sumergidas de los ríos Colorado y Negro. Niveles equivalentes se desarrollan en sectores de la plataforma patagónica (península de Valdés, golfo San Jorge y *offshore* Tierra del Fuego).
II	Longitud: 2500 km entre el Río de la Plata y Tierra del Fuego (35° a 55°S). Ancho máximo de 200 km.	D 80 m	Terraza muy extensa, muy bajo gradiente y escaso relieve, alcanza su mayor expresión entre Mar del Plata y península de Valdés. Cubierta por arenas finas a muy finas algo limoarcillosas, gris verdoso oscuras.
		E 90 m	Rampa de suave pendiente extendida al sur de península de Valdés, adquiere su mayor expresión y configuración subhorizontal al sur del río Santa Cruz. Cubierta por arenas finas a muy finas algo fangosas de colores muy oscuros.
		F 100 m	Muy extensa y subhorizontal, disectada por canales y surcos erosivos que representan una antigua red fluvial parcialmente obliterada por depósitos modernos. Cobertura de arenas finas a medianas con concentraciones de gravas en la región *offshore* del sur de Patagonia.
III	Longitud: 1200 km entre 43 y 54°S. Ancho máximo de 100 km.	110-120 m	Relieve muy uniforme con evidencias de posible red fluvial relicto. A esta profundidad se manifiestan pequeños escalones frente al Río de la Plata, sin desarrollar importantes expresiones regionales. Cobertura de arenas bioclásticas y gravas de posible origen glacifluvial.
IV	Longitud: 200 km al oeste de las Islas Malvinas (46° a 52°S). Ancho: 100 km.	130-150 m	Reducida expresión regional. A esta profundidad se manifiestan pequeños escalones frente al río de la Plata, sin desarrollar importantes expresiones regionales. También cubierta por arenas bioclásticas y gravas.

Tabla 4. Tipos sedimentarios de la plataforma. Fuente: Violante et al. 2014 (ampliado a partir de las descripciones de Parker et al. 1997).

Tipo	Area	Descripción	Distribución regional	Morfologías	Origen
Arena	65 %	Arenas finas a medianas. Arena gruesa y muy fina subordinada. Bioclásticos subordinados. Sedimentos sueltos, texturalmente maduros, moderados a bien seleccionados, colores amarillentos, castaños y grisáceos.	Offshore norte y centro de Patagonia: fracciones finas a medianas. Offshore región pampeana y Tierra del Fuego: fracciones medianas a gruesas. Áreas costeras semicerradas (Rio de la Plata, Bahia Blanca, golfos norpatagónicos): arenas muy finas parcialmente fangosas.	En general: mantos arenosos. En cabo San Antonio: relictos de barreras litorales y cordones de playas, dunas subácueas y bancos alineados formados por acción de corrientes de marea. Bahia Blanca-golfo San Matias: dunas subácueas gigantes. Desembocaduras de Rio de la Plata y Colorado: sistemas deltaicos sumergidos.	Sedimentos terrigenos de carácter relictico a palimpséstico.
Conchillas	12.5 %	Conchillas fragmentadas y enteras (hasta varios cm), restos de pelecipodos, braquiópodos, artrópodos, peces, equinoideos. Sedimentos sueltos, semiconsolidados o cementados (a veces coquinas).	Al norte de 43°S.	Cordoniformes	Antiguas lineas de playas a diferentes profundidades (hasta el borde de plataforma) asociadas a fluctuaciones del nivel del mar.
Gravas	12.5 %	Rodados de hasta varios cm de diámetro, composiciones muy variadas.	Offshore de la desembocadura de rios patagónicos y en gran parte de plataforma del sur patagónico.	No evidente.	Depósitos glacifluviales por acción glacial en Patagonia durante épocas glaciales.
Fangos	8 %	Arcillas y limos, frecuentemente con altas concentraciones de materia orgánica. Predominantemente cohesivos, colores gris verdoso oscuro.	En ambientes costeros semicerrados (estuarios, bahias, golfos)	No evidente.	Depositación en ambientes de muy baja energia.
Sedimentitas y rocas	2 %	Afloramientos del sustrato	Muy saltuario.	En muchos casos constituyen elevaciones significativas del fondo.	Relictos del sustrato pretransgresivo.

Tabla 5. Subambientes y regiones geográficas de la plataforma. Fuente: Violante et al. 2014.

Subambientes de plataforma		
Interior	De la linea de costa hasta 30 m.	Sedimentos ajustados a las actuales condiciones hidrodinámicas (palimpsestos). Formas de fondo activas influenciadas por sedimentación costera, corrientes litorales, olas y mareas (macizos de retroceso costero, bancos alineados, dunas subácueas). Este subambiente está mejor definido en la terraza Rioplatense.
Media	Entre 30 y 90 m.	Áreas sedimentológicamente más estables con baja movilidad de sedimentos (relictos). Gran parte de la plataforma patagónica es de este tipo.
Exterior	Entre 90 m y el borde exterior de plataforma.	Dinámica sedimentaria asociada a la transición plataforma-talud. Dominan corrientes de borde y procesos gravitacionales propios del talud superior, e influenciados por cabeceras de cañones submarinos.
Regiones geográficas diferenciadas por los procesos dominantes		
Norte	De la linea de costa hasta 30 m.	Domina actividad fluvial por sobre los procesos marinos por la influencia del Rio de la Plata, activo desde el Plioceno. Los efectos por acción de olas son subordinados. Fuera de la zona dominada por el Rio de la Plata se desarrollaron, durante etapas de nivel del mar más bajo que la actual, costas de barreras litorales con extensas playas, llanuras de mareas y lagunas costeras.
Central	Entre 30 y 90 m.	Predominio de la acción de la ola al norte y de mareas al sur. La influencia fluvial es menor y solamente de importancia local como proveedor de sedimentos a la plataforma. El retroceso costero ocurrió como resultado del balance entre las variaciones glacioeustáticas y el ascenso isostático, que modelaron una superficie de *ravinement* (Swift 1968) cubierta por arenas relicto. Estos sedimentos relicto provienen del retrabajo de ambientes costeros desarrollados durante etapas de bajo nivel del mar, representados por sistemas de barreras arenosas y lagunas costeras fangosas con arenas gruesas y gravas en las desembocaduras fluviales, en parte caracterizadas por deltas, y fangos en los ámbitos semicerrados dominados por estuarios y llanuras mareales. Un rasgo importante de este segmento lo representan los cañones submarinos del talud adyacente, que debe suponerse estaban muy activos durante el Último Máximo Glaciar cuando los procesos costeros se ubicaban cerca de sus cabeceras.
Sur	Entre 90 m y el borde exterior de plataforma.	Predominio de mareas por sobre las olas. El sector continental adyacente experimentó parcial cobertura de hielos durante épocas glaciales, los glaciares alcanzaron posiciones cercanas a la costa durante etapas de mar bajo (Isla y Schnack 1995, Rostami *et al.* 2000, Mouzo 2005, Coronato *et al.* 2008, Ponce *et al.* 2011) y la plataforma fue parcialmente cubierta por depósitos glacifluviales.

Baristeas et al. (2013) estudiaron la estratigrafía del sector más occidental de la cuenca Malvinas y su límite con la cuenca Austral (Figura 14).

Estos autores identificaron y correlacionaron con las principales fases tectónicas del Mesozico al Cenozoico cinco unidades sismo-estratigráficas principales y subunidades, U1 a U5a/b (Tabla 6).

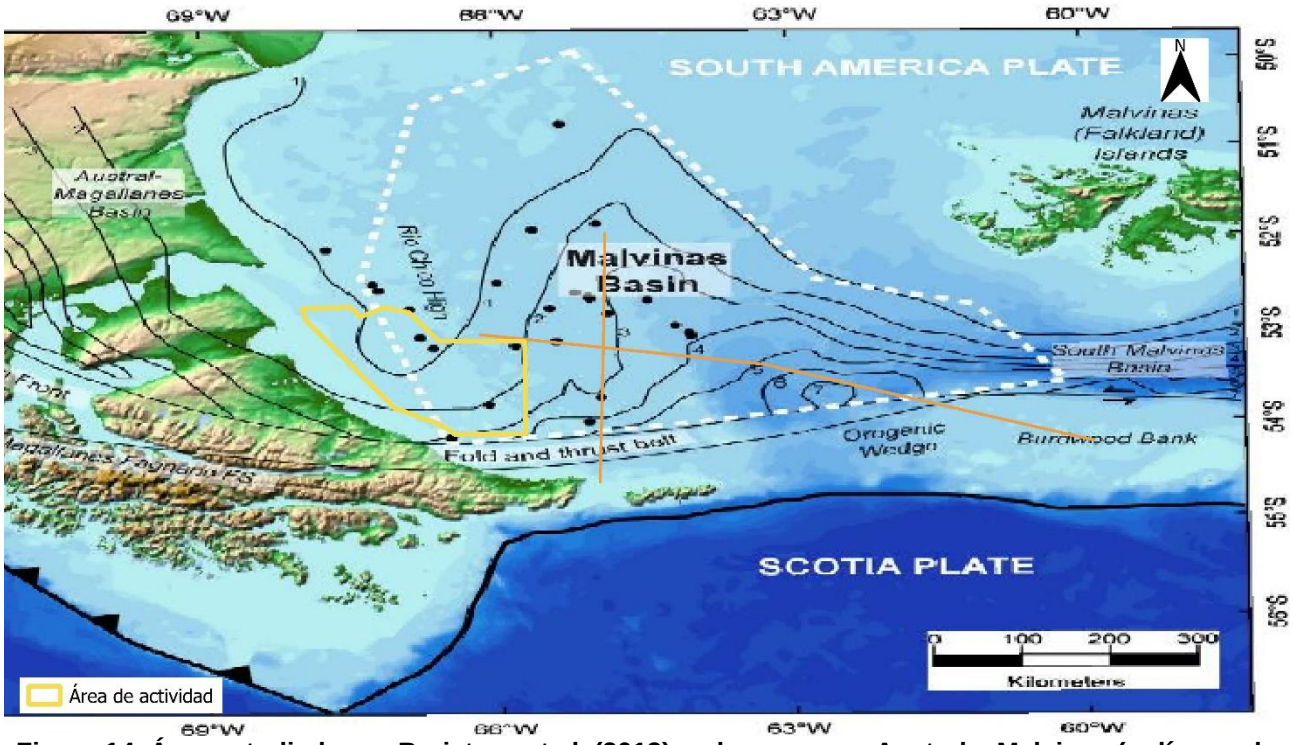
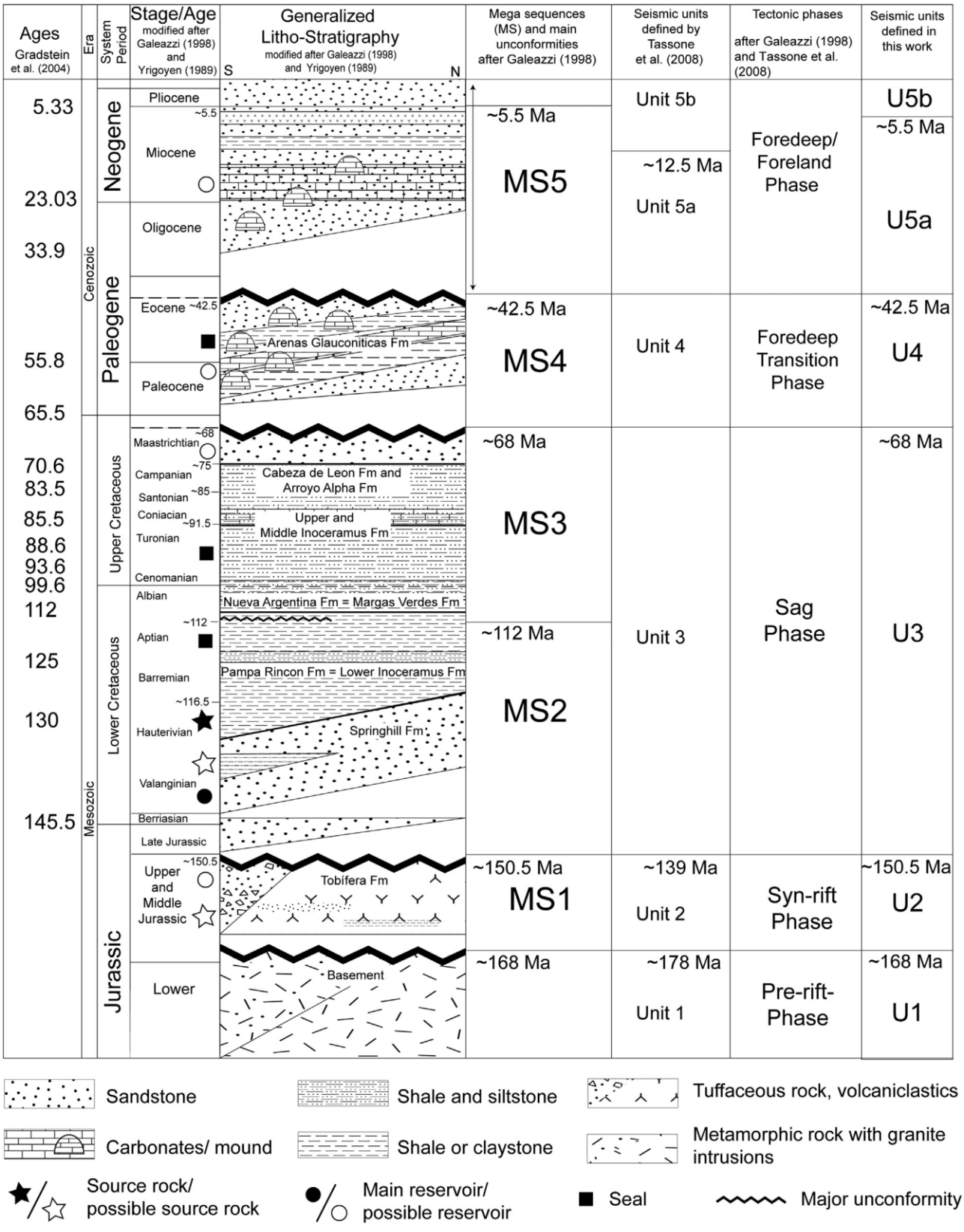


Figura 14. Área estudiada por Baristeas et al. (2013) en las cuencas Austral y Malvinas (polígono de línea blanca rayada). Las líneas negras corresponden a las isopacas, cuyos valores se indican en km, los círculos negros corresponden a perforaciones realizadas y las líneas naranjas representan las derrotas de dos líneas sísmicas. El polígono amarillo indica el área de actividad del presente proyecto. Fuente: modificado de Baristeas et al., 2013.

Tabla 6. Cronoestratigrafía representando los principales elementos de sistemas petrolíficos, megasecuencias, unidades sismoestratigráficas, *uncomformities* y fases tectónicas. Fuente: Baristeas et al. (2013).



RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

La unidad U1 representa el basamento sísmico. Las unidades más recientes, U5a y U5b (42,5-5,5 Ma y 5,5-0 Ma respectivamente), representan un cambio del patrón sedimentario de agradación a progradación) con tasas de acumulación de sedimentos muy superiores a las ocurridas en épocas previas. La sucesión sedimentaria Oligoceno-Mioceno (U5a) comprende doce secuencias. El techo de la misma corresponde a la *uncomformity* del Mioceno tardío (5,5 Ma), la cual es seguida por el paquete sedimentario del Plioceno a la actualidad (U5b). Los sedimentos de estos intervalos pre recientes y recientes consisten de lithic- y glauconitic sandstones, limestones, claystones y tuffs (Baristeas et al., 2013).

La unidad U5a presenta dos depocentros: un depocentro con orientación NNE-SSO y espesor sedimentario de 600-850 m y, en el sector sur, un depocentro con orientación ENE-WSW y mayor espesor de sedimentos (700-400 m). Durante el desarrollo de la unidad U5b, estos dos depocentros migraron hacia el SE y NE formando un único depocentro de forma elíptica (Figura 15), con un espesor de sedimentos de unos 500-1500 m, mientras que los sedimentos del oeste y el norte sufrieron un proceso de erosión.

Este proceso de erosión se manifiesta en la no evidencia de la unidad U5b en una línea sísmica con orientación O-E (ubicación en Figura 14), mientras que esta unidad sí se observa todo a lo largo de una línea sísmica con orientación N-S (ubicación en Figura 14). La Figura 16 muestra estas dos líneas sísmicas interpretadas.

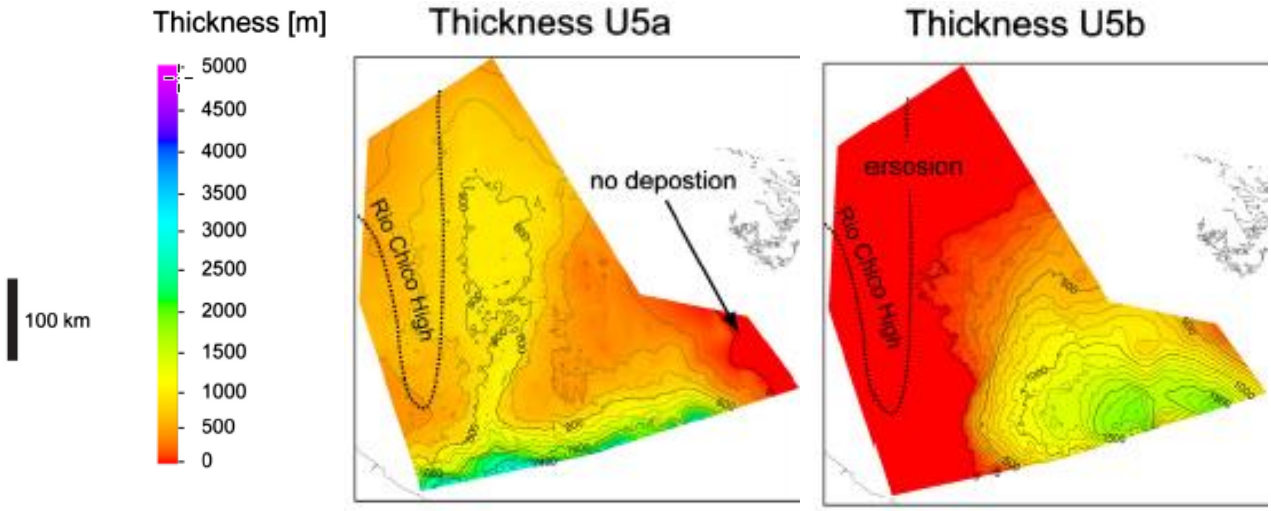


Figura 15. Espesor sedimentario de las unidades U5a/b. Fuente: Baristeas et al. (2013).

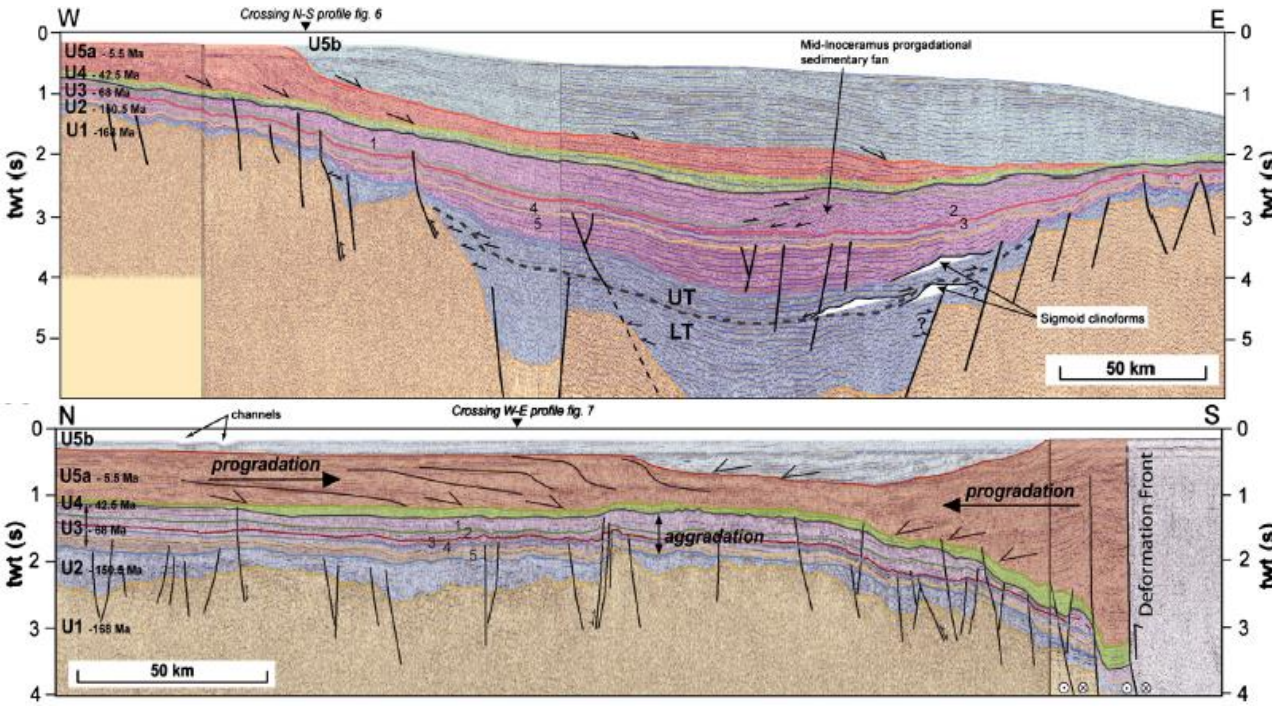


Figura 16. Líneas sísmicas O-E (arriba) y N-S (abajo) interpretadas. Ver ubicación en Figura 14. Fuente: Baristeas et al. (2013).

La cobertura sedimentaria superficial de la plataforma agentina está formada esencialmente por arenas, que cubren alrededor del 65% de su superficie, siguiendo en proporción las conchillas y gravas con una participación de aproximadamente 25% (Urien y Ewing, 1974; Parker *et al.*, 1997, 1999, 2008; Violante y Parker, 2000, 2004; Violante, 2004; COPLA, 2017). La Figura 17 presenta las texturas sedimentarias superficiales del lecho marino en la zona de interés de acuerdo al Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino (2008).

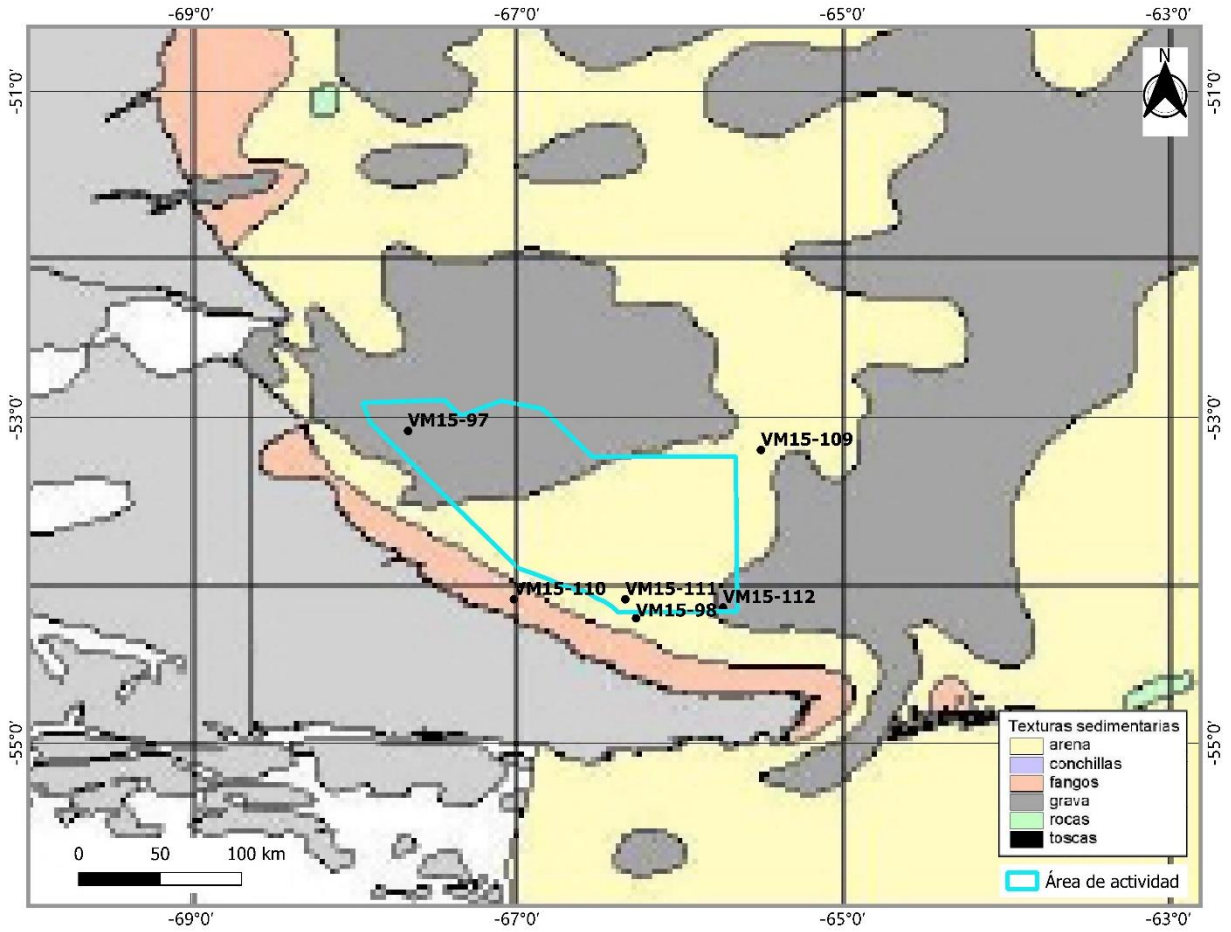


Figura 17. Cobertura sedimentaria superficial del lecho del margen continental argentino. El polígono turquesa indica el: área de actividad. Los puntos negros y sus leyendas corresponden a testigos de fondo. Modificado del Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino (2008).

En la Figura 17 también se muestra la ubicación de testigos de fondo extraídos en la zona de estudio. La información de los testigos fue obtenida a través de GeoMapApp, una aplicación de Lamont-Doherty Earth Observatory de la Universidad de Columbia que permite la búsqueda, visualización y análisis de sets de datos globales de las ramas de la geofísica, la geología, la oceanografía física, la climatología y otras.

La descripción del material encontrado en los testigos se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Descripción del material encontrado en testigos de fondo. Fuente: GeoMapApp (www.geomapapp.org).

Testigo	Prof. del lecho	Descripción
VM15-97	60 m	Muerto: 0-4 cm: arena fina, guijarros y escaso material biológico.
		Camisa: 0-76 cm: lutita limosa, con capas de limo arenoso (11-13 cm; 31-32 cm; 41 cm; 58 cm) y lentes de limo y arena fina.
VM15-110	40 m	0-87 cm: lutita ligeramente limosa, con lentes de arena muy fina o limo.
		87-281 cm: lutita ligeramente limosa, con lentes de limo fino, limo y arena muy fina.
		281-249 cm: lutita ligeramente limosa, con láminas y escasas lentes de limo.
		429-477 cm: lutita ligeramente limosa.
VM15-111	60 m	0-3 cm: arena y quijarros pequeños.
		3-13 cm: lutita limosa.
VM15-98	50 m	0-9 cm: arena media pobremente consolidada, con presencia de algunos guijarros y un 30-35% de elementos fósiles.
		9-40 cm: calci-lutita ligeramente limosa con un 8% de arena.
		40-45 cm: calci-lutita dura.
		45-110 cm: calci-lutita dura ligeramente limosa, con capas de arena media y fósiles.
		110-118 cm: arena media no consolidada y fósiles.
VM15-112	90 m	0-42 cm: arena fina, con fragmentos de foraminíferos y de valvas.
		42-68 cm: arena media, con fragmentos de foraminíferos y de valvas.
		68-78 cm: capa heterogénea, compuesta de guijarros, arena y lutita. La arena es fina, con capas de arena media y fragmentos de foraminíferos. Los guijarros llegan a alcanzar un tamaño de 5 cm (arenisca cementada con carbonato de calcio). A los 73-75 cm hay una capa de lutita ligeramente limosa. A los 75-78 cm la capa es una mezcla de guijarros, arena, lutita limosa y algunos fragmentos de valvas.
		78-84 cm: Arena muy fina, con escasos fragmentos de foraminífeors y de valvas.
		84-122 cm: Arena media, con poca presencia de foraminíferos y fragmetnos de valvas. A los 106-120 cm hay lentes de limo.
		122-124 cm: limo y arena muy fina.
		124-151 cm: arena media, con numerosos guijarros (15-20%) y fragmentos de foramíniferos y de valvas.
VM15-109	100 m	0-51 cm: arena media fosilífera, con guijarros y fragmentos de valvas.
		51-103 cm: arena gruesa/grava fosilífera.

El espesor sedimentario total presente en la zona de estudio se presenta en la Figura 14 y la Figura 18. El mismo alcanza valores de 1600 m en el sector noroccidental del área operativa del proyecto, de 1000 m en su centro y de 2200 m (COPLA, 2017) hasta cerca de 4000 m (Baristeas et al., 2013) en su extremo sudoriental.

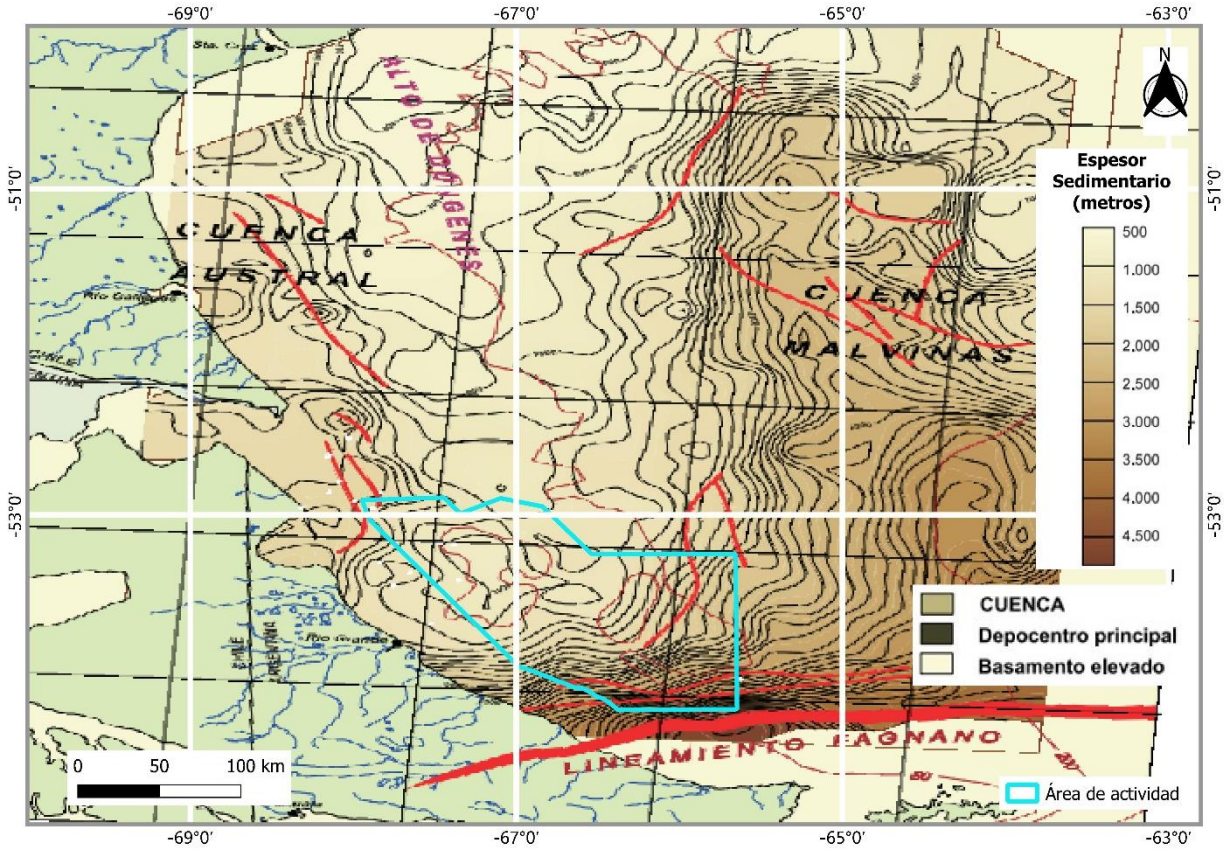


Figura 18. Espesor sedimentario en las cuencas Austral y Malvinas. El polígono turquesa corresponde al área de actividad del proyecto. Las líneas negras corresponden a las isopacas. Fuente: Modificado de COPLA (2017).

Las propiedades geoacústicas de los sedimentos de fondo determinadas en función de la información incluida en este apartado y que constituyen un input para el modelo de la propagación y atenuación del ruido se presentan en el Capítulo 6 - Modelación acústica.

3.1.4 Peligrosidad geológica

Distintos procesos naturales de origen geológico afectan al planeta Tierra, originados por actividad interna o externa. Al primer caso pertenecen los terremotos y el volcanismo, que son procesos formadores de montañas. Los procesos externos son activados por los agentes meteorológicos (agua, nieve, viento) o por las fuerzas de la gravedad y otros procesos erosivos, que modifican la superficie terrestre.

El concepto de peligrosidad geológica hace referencia únicamente al efecto del proceso, mediante una estimación cualitativa de la posibilidad o probabilidad de ocurrencia del mismo, independientemente de las consecuencias que éste pueda tener o de las pérdidas a que pueda dar.

Con relación al presente proyecto, la única temática a desarrollar es la sismicidad del área de estudio, la cual está atravesada por el sistema de fallas Magallanes-Fagnano, que 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 2 de febrero de 1879 "terremoto del estrecho de Magallanes" y el 17 de diciembre de 1949 "terremoto de Punta Arenas" (Lodolo et al., 2003).

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica de la Argentina (INPRES) tiene a su cargo la instalación y el mantenimiento de la Red Nacional de Acelerógrafos. El acelerógrafo es un instrumento que permite obtener un gráfico que se denomina acelerograma, el cual muestra la variación de las aceleraciones en el lugar de su emplazamiento en función del tiempo.

A partir del análisis de los diferentes terremotos registrados en el país y en otros lugares del mundo con características sísmicas similares se determina el denominado sismo de diseño. En general, se adopta el movimiento más destructivo que puede ocurrir en una determinada zona, con una recurrencia de 500 años.

El peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, depende del nivel de sismicidad de cada zona. Los Mapas de Zonificación Sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de Peligro Sísmico.

En el Mapa de Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES-CIRSOC 103 se encuentran identificadas 5 zonas. Un valor que permite comparar la actividad sísmica en cada una de ellas es la máxima aceleración del terreno "as" para el sismo de diseño antes definido. Esta aceleración se expresa en unidades de "g" (aceleración de la gravedad).

La Figura 19 muestra el mencionado Mapa de Zonificación Sísmica, pudiéndose observar que el área operativa del proyecto se ubica frente a zonas de peligrosidad sísmica con valores 1 (reducida) y 2 (moderada).

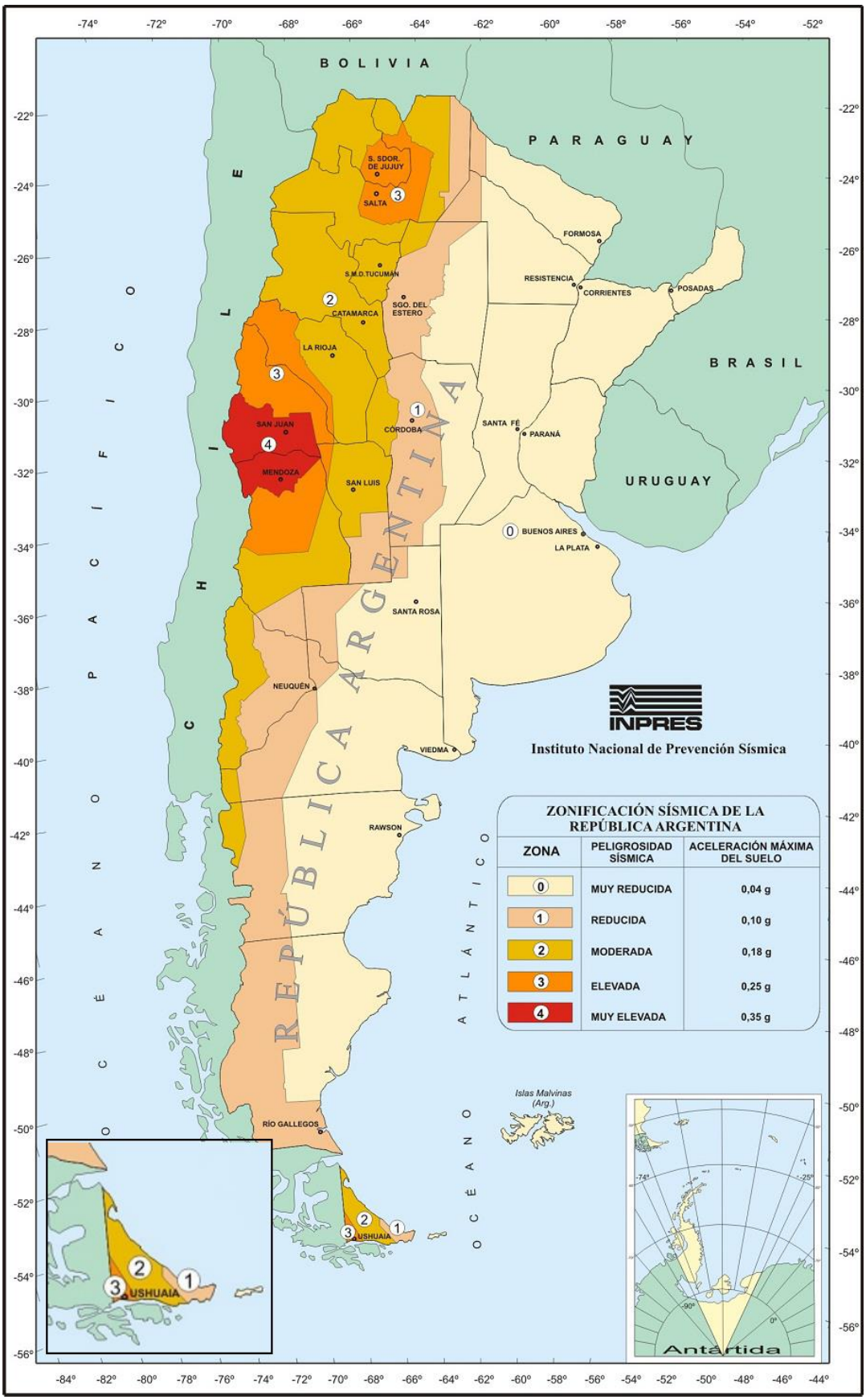


Figura 19. Mapa de Zonificación Sísmica del Instituto Nacional de Prevención Sísmica de la Argentina (INPRES). Abajo a la izquierda se muestra un detalle de la zona de interés del proyecto.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

3.2 OCEANOGRAFÍA

3.2.1 Batimetría y lecho marino

El margen continental argentino 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.

La plataforma, una planicie submarina de gran extensión, abarca desde la línea de costa hasta el borde superior del talud. La plataforma continental argentina es una de las más extensas del mundo. Cubre una superficie de ~960000 km^2 y se extiende a lo largo de unos 2400 km entre el Río de la Plata y el cabo de Hornos, aunque la línea de costa que la margina tiene una longitud de unos 5300 km si se consideran sus irregularidades mayores. Su ancho es variable entre 170 km y ~1200 km.

El borde interior (hacia el continente) está marcado por un frente de costa de fuerte pendiente cuya base llega hasta los 10-20 m en el litoral bonaerense y va incrementando su profundidad hacia el sur. El borde exterior, que marca la transición hacia el talud, sigue un rumbo NE-SO entre 36°S (Río de la Plata) y 44ºS, a partir de donde cambia gradualmente a N-S para, a los 50ºS, dirigirse hacia el este rodeando las islas Malvinas y volver a acercarse al continente frente al estrecho de Magallanes. La profundidad del borde exterior también es variable, con una tendencia regional de profundización de norte a sur (Figura 20).

La pendiente de la plataforma es suave, modelada en superficies aterrazadas escalonadas (Figura 11 - Tabla 3) y con características cambiantes, ya que en el área adyacente a la región pampeana su perfil es convexo (mayor pendiente regional hacia la plataforma exterior) mientras que en la región adyacente a Patagonia es cóncavo (mayor pendiente regional hacia el lado del continente) (Violante et al 2014).

La variabilidad en la profundidad del borde exterior de la plataforma (Figura 20) es uno de los aspectos más interesantes de la configuración morfológica regional. Southard y Stanley (1976) y Pratson et al. (2007), entre otros, sintetizaron la complejidad de las variables que intervienen en el modelado de ese rasgo, entre las que se cuentan procesos estructurales, isostáticos, eustáticos, oceanográficos, la dinámica sedimentaria continental, litoral y marina profunda, y aún procesos biológicos, todos ellos actuando de manera diferencial durante etapas de posiciones variables del nivel del mar.

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 (Tabla 3).

En el talud se desarrollan numerosos sistemas de cañones submarinos, destacándose el sistema Ameghino-Alte. Brown, entre golfo San Jorge y península Valdés, y el sistema Río de la Plata-Mar del Plata, frente al litoral del este bonaerense al norte de esta ciudad (Violante et al. 2010, 2014). Nótese en la Figura 11 la ubicación en el talud de estos sistemas mayores de cañones submarinos.

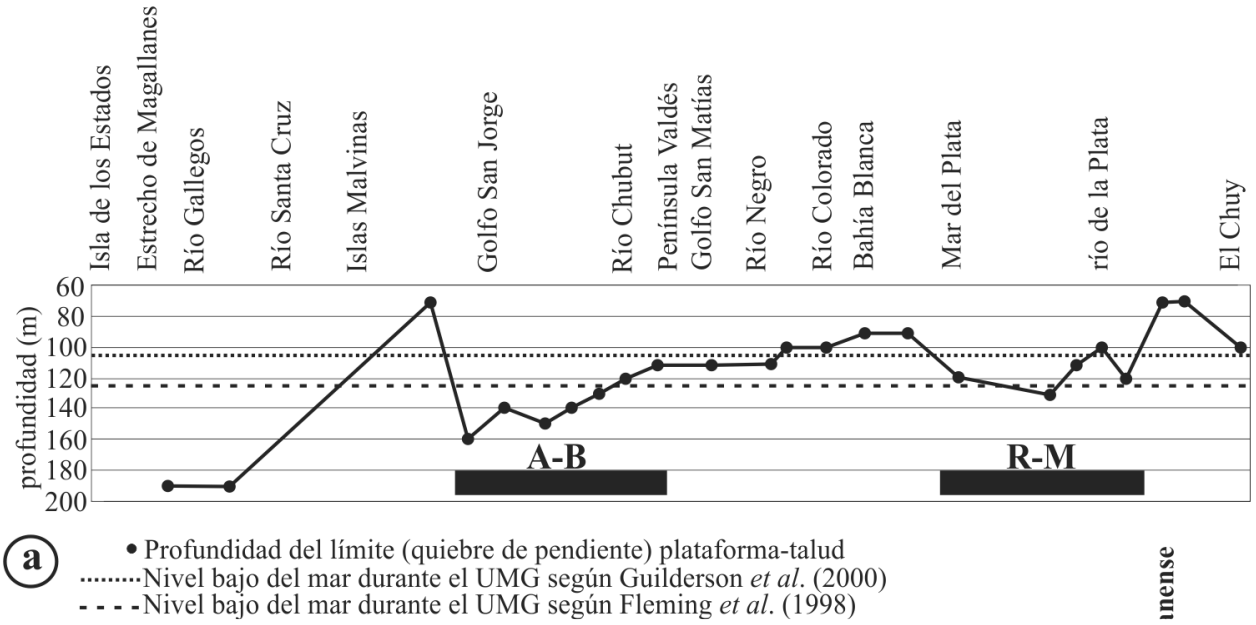


Figura 20. Perfil S-N a lo largo del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud. R-M y A-B: zona influenciada por la actividad de los sistemas de cañones submarinos Río de la Plata-Mar del Plata y Ameghino-Alte. Brown respectivamente (para su ubicación ver Figura 11). Fuente: Violante et al. 2014.

La batimetría del lecho en la zona de estudio, obtenida de la base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans" se presenta en la Figura 21. El área operativa para la exploración sísmica de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se encuentra sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego, en profundidades de entre 30 m y 120 m, existiendo dos *spots* en el límite nororiental del área de adquisición en donde se alcanzan valores de 125-130 m.

En dicha figura se muestra la posición de distintas transectas en las que se han obtenido seis perfiles batimétricos. A lo largo de ellos (Figura 22) puede verse la existencia de sucesivas elevaciones y depresiones del lecho.

Salvo en el Perfil 1, se observa un pronunciado incremento de la profundidad entre la línea de costa y una profundidad de unos 25 m (Perfil 2), 40 m (Perfil 4), 30 m (Perfil 5) y 25 m (Perfil 6); en el Perfil 3 el lecho se profundiza rápidamente hasta unos 40 m para luego volver a elevarse.

Más allá de esta profundización inicial y hasta una profundidad de entre 65 m y 85 m según el perfil, el lecho presenta una pendiente de 1 m/km a 2 m/km para luego hacerse más tendido, con una pendiente de 0,2-0,5 m/km.

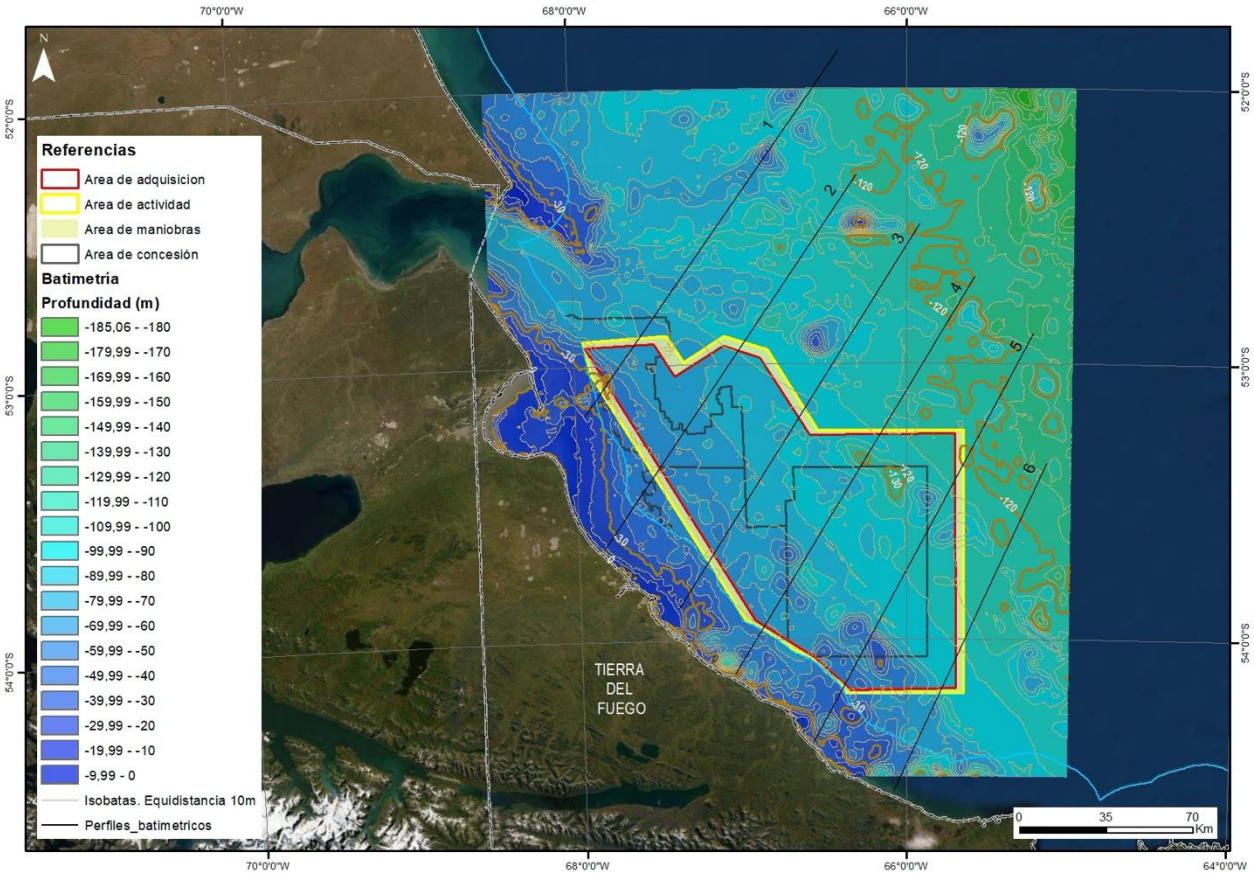


Figura 21. Batimetría del área de estudio y posición de las transectas correspondientes a seis perfiles batimétricos. Fuente: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

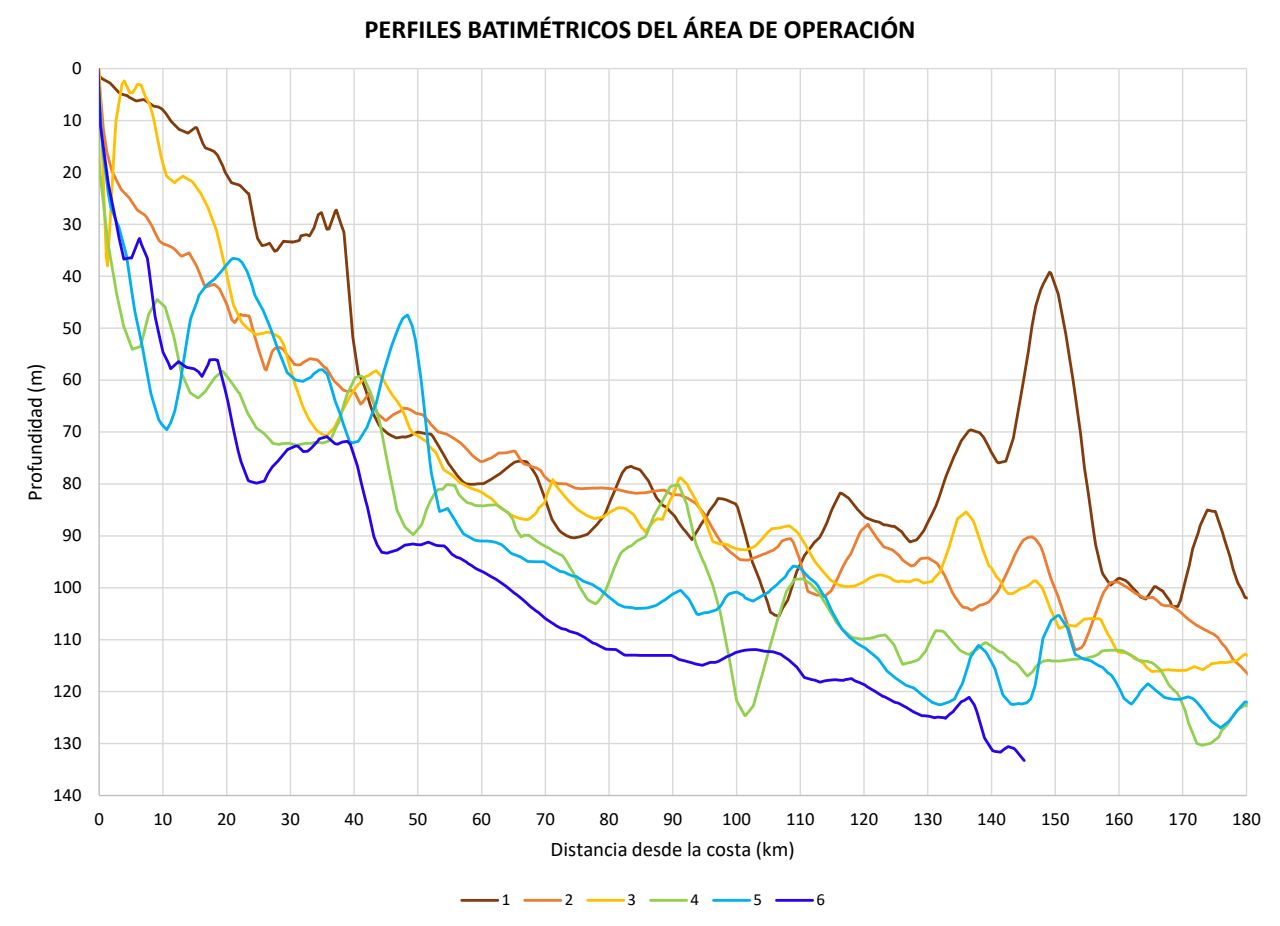


Figura 22. Perfiles batimétricos correspondientes al área operativa del proyecto (ver ubicación en Figura 21). Fuente: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

3.2.2 Corrientes y masas de agua

El límite offshore de la plataforma continental argentina está caracterizado por la presencia de fuertes corrientes, la corriente de Brasil de contorno oeste, en su extremo norte, fluyendo hacia el sur y la corrriente local de contorno oeste de Malvinas, al sur de aproximadamente 38°S, fluyendo hacia el norte.

La corriente de Brasil fluye hacia el sur a lo largo del margen continental de América del Sur y constituye el límite oeste del llamado giro subtropical del Atlántico Sur, cuyas aguas, de origen subtropical, son más cálidas (superan los 26ºC en su superficie) y salinas que las aguas adyacentes (Campagna et al., 2006).

El encuentro de las corrientes de Brasil y de Malvinas se produce cerca de los 38º de latitud sur (desplazándose hacia el norte o hacia el sur según la estación del año) en el ambiente de aguas profundas del talud y forman la zona de confluencia Brasil-Malvinas (Frente Subtropical), una de las regiones de mayor concentración de energía de todos los océanos del mundo. En la misma coexisten y se mezclan aguas subtropicales y subantárticas que determinan importantes gradientes físico-químicos y favorecen la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes consecuencias biológicas para todo el ecosistema.

Después de encontrarse con la corriente de Malvinas, la corriente de Brasil se bifurca y una de sus ramas (la más externa) forma la corriente del Atlántico Sur (Campagna et al., 2006), mientras que el flujo principal de la corriente de Malvinas describe un brusco giro y forma el flujo de retorno de Malvinas que se dirige al sudeste. Este flujo de retorno genera la surgencia de aguas profundas que enriquecen el contenido de los nutrientes de las aguas superficiales (Campagna et al. 2006). Un esquema de la circulación de estas corrientes se muestra en la Figura 23 y en la Figura 24.

Por otro lado, cabe destacar que 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).

La fuente principal de las masas de agua de la plataforma continental patagónica la constituye el agua subantártica, transportada desde el norte del pasaje de Drake por la corriente del Cabo de Hornos que fluye entre la costa atlántica y las Islas Malvinas, así como por la corriente de Malvinas que fluye a lo largo del borde de la plataforma. Por otro lado, existen pequeñas descargas continentales que aportan agua dulce y una fuente de agua de baja salinidad dada por el flujo que ingresa a través del estrecho de Magallanes. Esta última es consecuencia de las altas precipitaciones que se producen en el océano Pacífico cerca de la costa de Tierra del Fuego, así como del derretimiento del hielo continental que drena hacia el estrecho por importantes cañadones (Bianchi et al., 2005).

La corriente de Malvinas tiene su origen en la desviación alrededor de la plataforma patagónica de la rama norte de la Corriente Circumpolar Antártica, la cual fluye hacia el este transportando aguas subantárticas frías, poco salinas (34,0 PSU) (Guihou et al, 2020; Piola y Gordon, 1989; Peterson y Whitworth III, 1989) y ricas en nutrientes (Acha et al., 2004; Romero et al., 2006) desde el pasaje de Drake a lo largo de la porción superior del talud de la plataforma continental argentina.

Luego de atravesar el pasaje de Drake la corriente de Malvinas rodea el somero banco Burdwood (o Namuncurá) y las Islas Malvinas, contorneando la topografía dibujada por el borde de la plataforma continental (Campagna et al. 2006). Solo una rama de esta fuerte corriente, desviada entre la plataforma patagónica y el banco Burdoowd alcanza la depresión de Malvinas (*Malvinas Embayment*, Figura 24) y fluye a lo largo del talud en la región austral antes de unirse más al norte a la corriente de Malvinas. La velocidad de la corriente en la zona del Cabo de Hornos excede los 60-70 cm/s (Zyranov y Sererov, 1979). La velocidad promedio de la corriente divergente de Malvinas alcanza valores de 25 cm/s a 50 cm/s (Servicio de Hidrografía Naval, 1993).

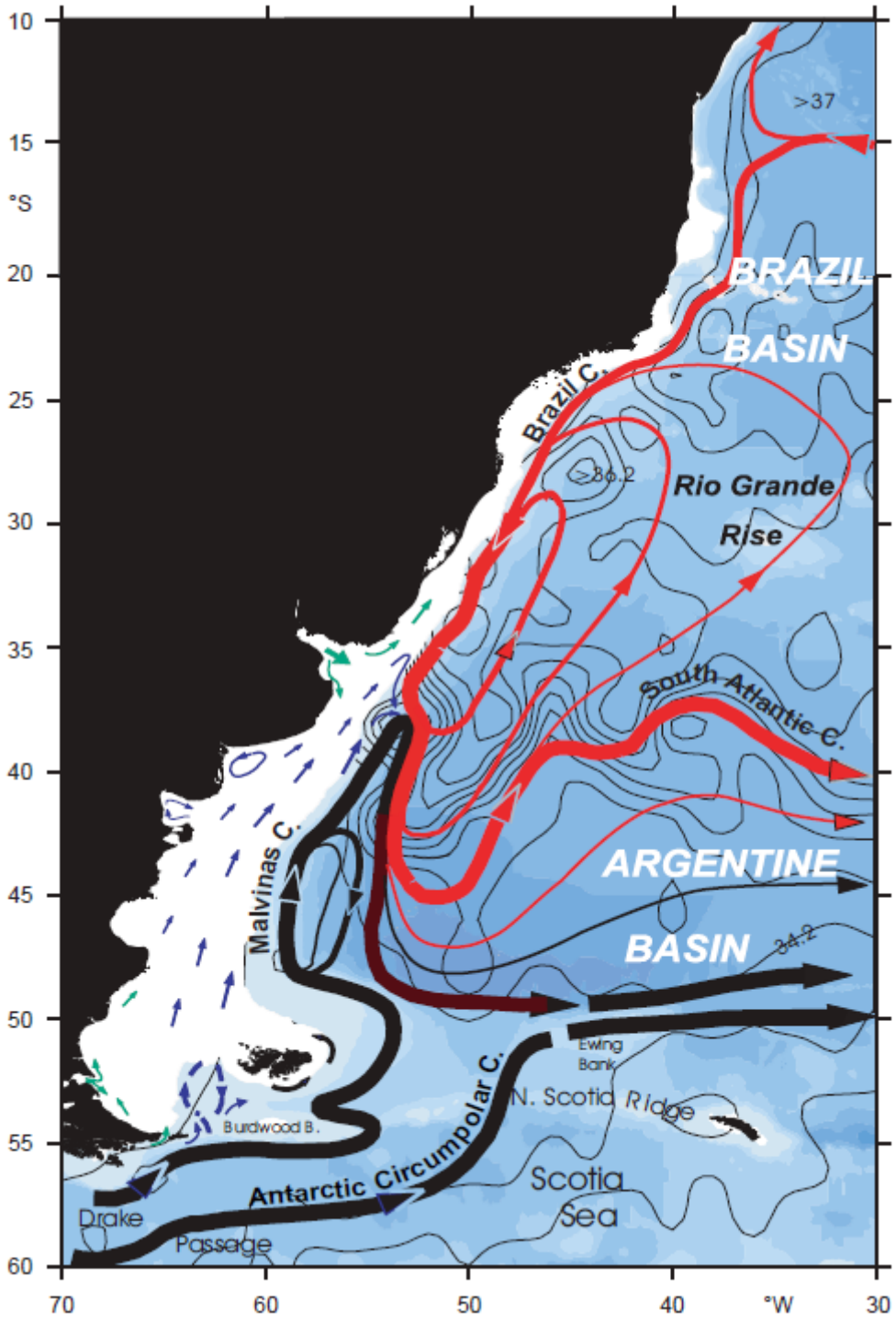


Figura 23. Esquema de la circulación superior de las principales corrientes del Atlántico Sudoccidental. Las líneas negras corresponden al flujo de las aguas antárticas y subantárticas, asociadas con la Corriente Circumpolar Antártica y la corriente de Malvinas respectivamente. Las líneas rojas representan el flujo de las aguas subtropicales transportadas por la corriente de Brasil. Sobre la plataforma continental patagónica, las flechas azules y verdes representan las corrientes medias en superficie. Las isolineas finas de color negro muestran el campo de salinidad a 200 m de profundidad, usado para inferir parte del esquema de la circulación. En la confluencia Brasil-Malvinas se desarrolla un fuerte frente de salinidad que se extiende con un patrón meandroso hacia el interior del océano formando la corriente del Atlántico Sur. Fuente: Piola y Matano (2017).

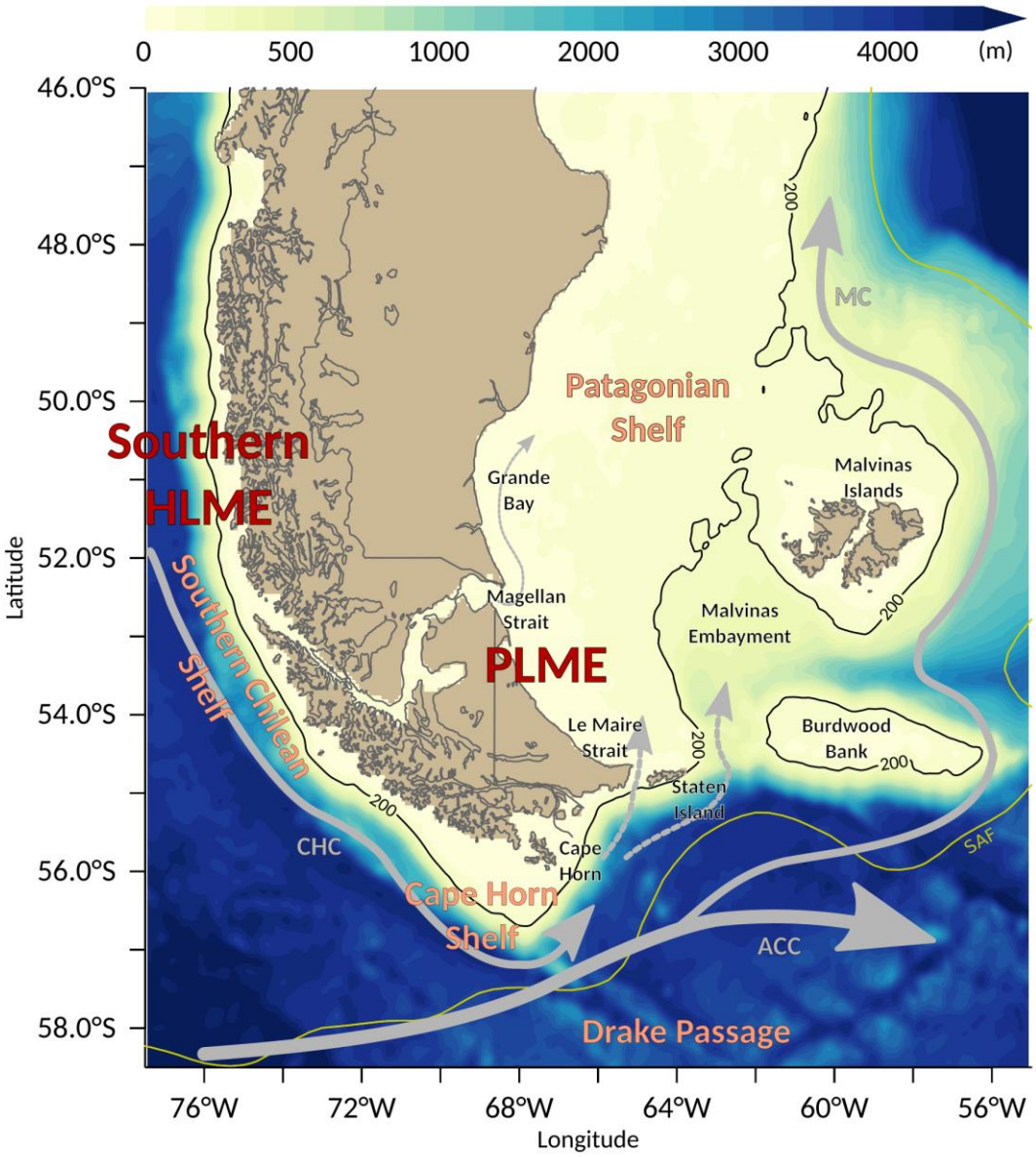


Figura 24. Principales rasgos fisiográficos y corrientes de la plataforma continental patagónica. En gris se muestran las trayectorias de la rama norte de la Corriente Circumpolar Antártica (*Antarctic Circumpolar Current* -ACC-), la corriente del cabo de Hornos (*Cape Horn Current* -CHC-) y la corriente de Malvinas (*Malvinas Current* -MC). La línea fina amarilla corresponde al frente subantártico (*Subantarctic Front* -SAF-). Fuente: Guihou et al. (2020).

De acuerdo a su salinidad pueden definirse cuatro masas de agua (Figura 25). Éstas son el agua costera de baja salinidad (<33,4 UPS), el agua de plataforma o de plataforma media (entre 33,4 UPS y 33,8 UPS), el agua de Malvinas (>33,8 UPS) y el agua costera de alta salinidad en la zona cercana a los golfos San Matías y Nuevo (>34,0 UPS), donde se produce el desvío hacia mar adentro de la intrusión o pluma de aguas de baja salinidad derivada de la descarga a través del estrecho de Magallanes. Cabe destacar que las isohalinas de 33,8 UPS y 33,4 UPS marcan los bordes de dos frentes oceánicos (donde las propiedades del agua cambian abruptamente): el frente de talud, entre las aguas de Malvinas y las aguas de la plataforma media, y el frente de marea que se desarrolla durante la estación estival entre las aguas costeras cuasi homogeneas en la vertical y las aguas estratificadas de la plataforma media (Bianchi et al., 2005).

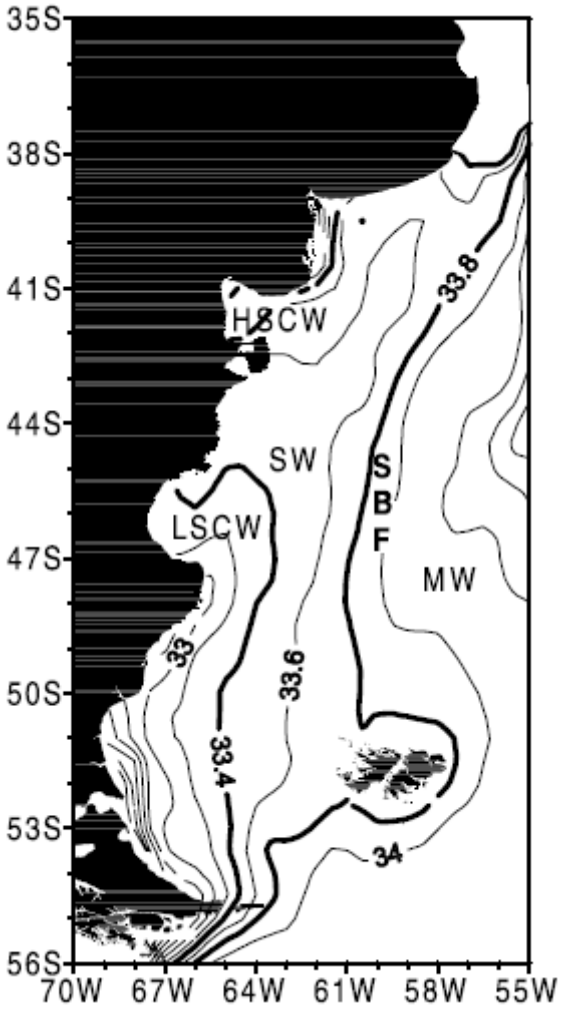


Figura 25. Distribución horizontal de la salinidad climatológica superficial de la plataforma continental argentina. Se resaltan las isohalinas que separan las distintas masas de agua (33,4 UPS y 33,8 UPS). Las abreviaturas corresponden a: agua costera de baja salinidad (*Low Salinity Coastal Water* -LSCW-), agua costera de alta salinidad (*High Salinity Coastal Water* -HSCW-), agua de plataforma (*Shelf Water* -SW-), agua de Malvinas (*Malvinas Water* -MW-) y frente de talud (*Shelf Break Front* -SBF-). Fuente: Bianchi et al., 2005.

Específicamente, la región objeto de este estudio corresponde al área en la que se produce el intercambio entre los dos ecosistemas marinos más grandes del hemisferio sur, localizados a lo largo de las costas de los océanos Pacífico y Atlántico de América del Sur. Los mismos son el gran ecosistema marino de Humboldt (*Humboldt Large Marine Ecosystem* -HLME-) en el Pacífico oriental y el gran ecosistema marino de la Patagonia (*Patagonian Large Marine Ecosystem* -PLME-) en el Atlántico occidental (Figura 24).

Los grandes ecosistemas marinos son regiones oceánicas relativamente extensas que abarcan desde las zonas costeras, incluyendo ríos y estuarios, hasta los bordes de las plataformas continentales y sus principales sistemas de corrientes, con distintivas características batimétricas, hidrográficas, de productividad y de poblaciones tróficamente dependientes (Guihou et al, 2020; Duda y Sherman, 2002).

El gran ecosistema marino de la Patagonia se localiza en la región sudoccidental del Océano Atlántico y abarca la plataforma patagónica, que constituye la plataforma continental más extensa del hemisferio sur. La misma está sujeta a la acción de fuertes vientos del oeste (*westerlies*) y a mareas con una amplitud que es de las más altas de los oceános mundiales. La salinidad de sus aguas se caracteriza por ser baja (menor a 33,8 UPS) y tener poca variación estacional y vertical (Guihou et al, 2020; Bianchi et al., 2005).

La pluma de Magallanes, derivada de la descarga de aguas poco salinas a través del estrecho del mismo nombre a una latitiud de 52,5°S, constituye un rasgo distintivo de la plataforma. Este flujo tiene una extensión muy importante, alcanzando los 42°S. Hay mucha incertidumbre en cuanto a su caudal, pero lo que sí es seguro es que tiene una influencia enorme en el área (Piola et al., 2018).

Las reconstrucciones esquemáticas existentes de la circulación media anual realizadas por Guihou et al (2020) a partir de observaciones y de modelos matemáticos muestran que en el extremo sur del continente el flujo se dirije desde el Pacífico hacia el Atlántico, desarrollándose el intercambio entre las aguas del Pacífico Sur y las aguas subantárticas en la porción más austral de la plataforma continental patagónica a través de los estrechos de Magallanes y de Le Maire, así como del borde mismo de la plataforma.

El estrecho de Magallanes comunica los océanos Pacífico y Atlántico a una latitud de 52°S a través de un canal de unos 570 km de longitud y compleja morfología, con anchos que van desde unos pocos kilómetros (Primera Angostura y Segunda Angostura) hasta más de 50 km en su boca oriental. El estrecho de Le Maire, de 30 km de ancho, separa el extremo sudeste de Tierra del Fuego de la isla de los Estados a los 54,8°S, bajo la influencia de fuertes corrientes que fluyen a lo largo del talud.

En la zona de estudio, correspondiente a la región más austral de la plataforma patagónica, se cuenta con escasas observaciones directas de corrientes. De esta manera, se vuelca en este apartado la información proveniente de distintas simulaciones numéricas.

Guihou et al (2020) estudiaron, a través de 27 años (1980-2006) de simulaciones realizadas con el modelo Regional Ocean Modeling System (ROMS; Shchepetkin and McWilliams, 2005) y la aplicación de algoritmos de seguimiento de partículas, el intercambio que se produce entre los dos grandes ecosistemas marinos de Humboldt y de la Patagonia, estimando los volúmenes de agua intercambiados alrededor del extremo sur de América del Sur.

Como resultado, encontraron un flujo general hacia el polo en la región austral del gran ecosistema de Humboldt, un flujo bien definido desde el Pacífico hacia el Atlántico y un transporte hacia el ecuador sobre la plataforma patagónica.

Las simulaciones lagrangianas muestran que la mayoría de las aguas australes de la plataforma continental patagónica se originan en la capa superior del Pacífico Sur sudoriental (<200 m), principalmente desde las plataformas chilena y del cabo de Hornos, no habiendo agua que provenga desde el sur del frente subantártico a través del pasaje de Drake. El intercambio se produce a través del estrecho de Le Maire, el estrecho de Magallanes y el borde de la plataforma continental.

En la Figura 26 se presenta el esquema del transporte medio total de la capa superior del oceáno (0-200 m) calculado con el modelo ROMS. El flujo que ingresa a la plataforma patagónica a través del estrecho de Magallanes es de 0,10 Sv (1 Sverdrup = $1x10^6$ m^3/s), a través del estrecho de Le Maire es de 0,17 Sv y a través del borde de la plataforma es de 0,62 Sv.

El transporte a través de ambos estrechos constituye el 30% del flujo total que ingresa a la plataforma patagónica, siendo el del estrecho de Le Maire algo mayor que el del estrecho de Magallanes. La fuente principal (el 70%) de las aguas de la plataforma proviene a través del borde de la plataforma, asociada con el flujo transversal de agua ingresante desde la depresión de Malvinas (*Malvinas Embayment* -ME-, Figura 26), cuya mayor parte se produce al sur de 52,5°S.

El transporte a través del estrecho de Magallanes es pequeño, pero debido a su baja salinidad impacta fuertemente en la densidad y circulación de la plataforma patagónica. Constituye un jet costero que lleva al desarrollo de una pluma de baja salinidad que se extiende corriente abajo (hacia el norte) hasta 42°S (Palma y Matano, 2012; Brun et al., 2019).

Los autores compararon los resultados con aquellos derivados de la aplicación del código NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean; Madec, 2014), encontrando que, contrariamente a lo encontrado por ellos, la entrada principal de agua se produce a través del estrecho de Le Maire (0,52 Sv) mientras que solo 0,35 Sv ingresan a través del talud. Cabe destacar que las simulaciones de NEMO no incluyen el forzante de marea.

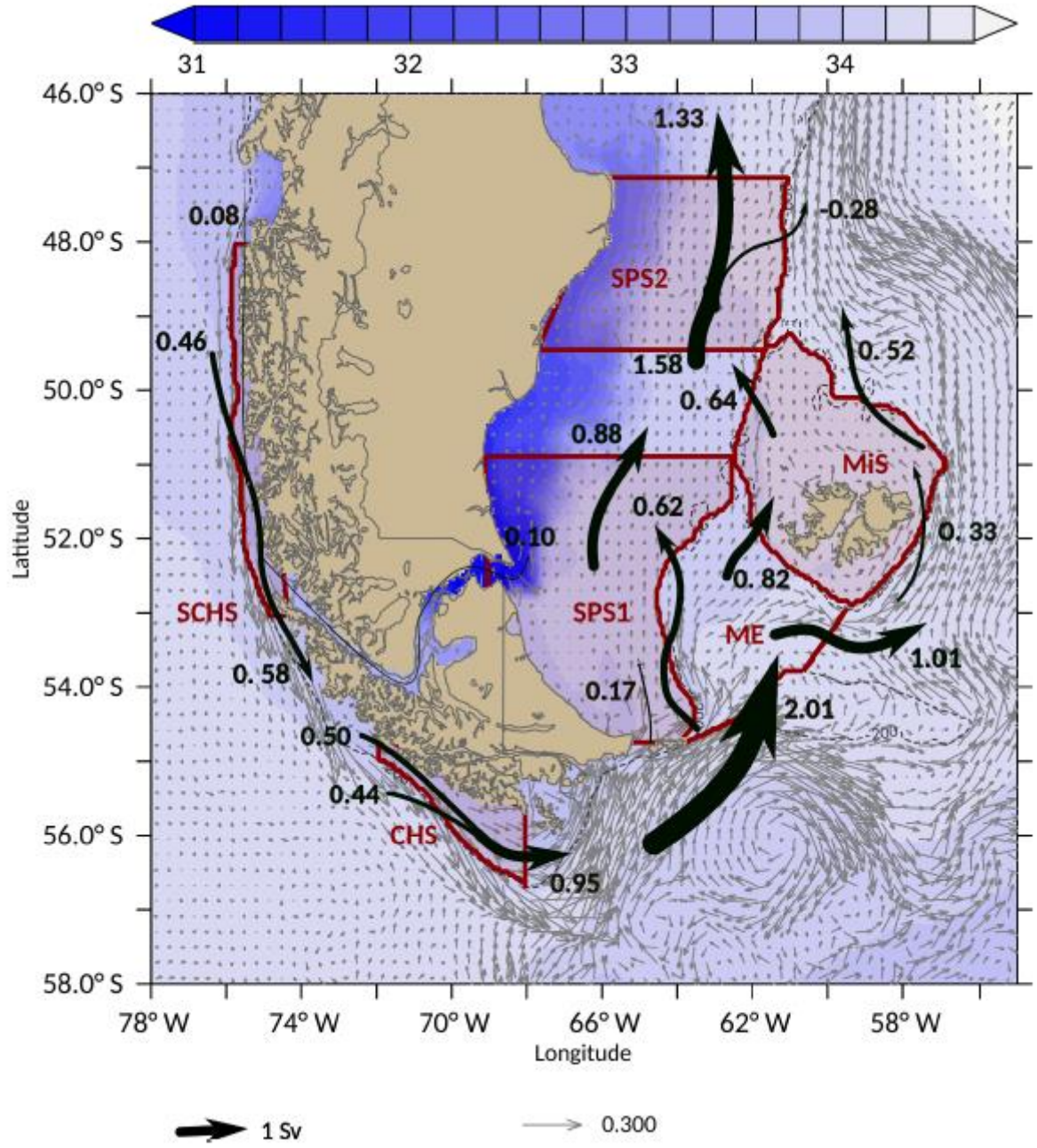


Figura 26. Esquema del transporte medio total de la capa superior (0-200 m) del oceáno calculado con ROMS sobre la plataforma austral chilena (Southern Chilean Shelf -SCHS-), la región austral de la plataforma patagónica (Southern Patagonian Shelf -SPS1 y SPS2-), la plataforma de Malvinas (Malvinas Shelf -MiS-) y la cuenca de Malvinas (Malvinas Embayment -ME-). La escala de colores representa la salinidad media superficial arrojada por el modelo y los vectores representan la velocidad promedio en profundidad (entre la superficie y el fondo). Las flechas y cifras negras indican el transporte (en Sverdrup) integrado a través de cada una de las secciones. Fuente: Guihou et al (2020).

Palma et al. (2008) presentan y analizan un conjunto de simulaciones numéricas realizadas con el modelo Princeton Ocean (Blumberg y Mellor, 1987). Las simulaciones consideran la interacción entre la plataforma y las profundidades oceánicas e incluyen todos los grandes forzantes de la circulación actuantes sobre la plataforma continental del Atlántico sudoccidental (vientos, mareas, descargas de agua dulce y corrientes de contorno oeste), con el objetivo de caracterizar la circulación media anual, su variabilidad estacional y los mecanismos dinámicos que la controlan.

A posteriori, utilizando el mismo modelo, Palma y Matano (2012) profundizaron en los mecanismos dinámicos que controlan la dispersión de la pluma de Magallanes, esta lengua de baja salinidad que se extiende a lo largo de la plataforma patagónica y presenta características distintivas, a saber: ocupa una inusual extensión areal (unos 1200 km a lo largo de la plataforma); alcanza profundidades de más de 100 m; su trayectoria es peculiar (no sigue la costa, sino que se separa de la misma al norte de los 47°S fluyendo a lo largo de la isobata de 100 m).

Palma y Matano (2012) se focalizaron, en particular, en dilucidar el rol de la marea, el viento y la influencia de la corriente de Malvinas en la estructura de la pluma, con el objeto de dar respuesta a cuáles son los mecanismos que controlan su penetración a lo largo y a lo ancho de la plataforma patagónica, así como su estratificación vertical.

En esta región, la tensión de corte media anual del viento está caracterizada por una banda de fuertes vientos del oeste (*westerlies*) que se intensifican durante el invierno austral (Palma et al., 2004a).

El ciclo de marea está dominado por la componente semidiurna, de gran amplitud, que entra en la plataforma a través de su borde sur. Las corrientes de marea son muy intensas y fuertemente alineadas en dirección perpendicular a la plataforma (Glorioso y Flather, 1997).

Las conclusiones a las que arribaron Palma y Matano (2012) a través de distintas simulaciones realizadas con el modelo Princeton Ocean, imponiendo de manera diferencial los distintos forzantes que actúan en el área se enumeran a continuación (ver Figura 27 y Figura 28):

- el área está altamente influenciada por el forzante del viento, el cual incrementa la dispersión hacia mar adentro;

- la marea induce una mezcla que produce una homogeneización sustancial de la columna de agua y un desplazamiento offshore del frente de salinidad;

- la intrusión o pluma de baja salinidad es muy sensible al caudal de descarga, cuyas variaciones producen modificaciones sustanciales de su penetración hacia el sur;

- la influencia de la corriente de Malvinas provoca una retracción hacia la costa y una extensión a lo largo de la plataforma de la pluma de Magallanes;

- el límite norte de la pluma de aguas de baja salinidad se ubica aproximadamente a los 42°S, lugar donde se produce su desvío hacia mar adentro; este límite está determinado por la descarga de aguas de alta salinidad (>34,0 UPS) proveniente del golfo San Matías (una región de alta evaporación, ver Figura 25), sin la cual la pluma se extendería hasta el Río de la Plata (aproximadamente hasta los 35°S);

- la pluma de Magallanes hace sentir su influencia no solo hacia el norte, en el sentido de la corriente, sino también hacia el sur hasta aproximadamente los 54°S; y

- la descarga de Magallanes genera una corriente con dirección NE en la plataforma media, una recirculación al sur de la misma y una región de corrientes débiles al norte (Figura 28).

En definitiva, las características generales de la pluma (ancho, profundidad, velocidad de dispersión, etc.) están controladas principalmente por el forzante de la marea de gran amplitud con sus importantes velocidades de corriente altamente bidireccionales. La concurrencia de este forzante y la influencia de los fuertes vientos del oeste producen la dispersión de la pluma tanto hacia el norte (a favor de la corriente) como hacia el sur, amen de una gran mezcla que se traduce en una marcada homogeneización de la columna de agua (particularmente durante el otoño y el invierno).

La corriente con dirección NE producida por la pluma de Magallanes en la plataforma media podría corresponder a la denominada corriente Patagónica por Brandhorst y Castello (1971). No hay observaciones actuales para confirmar esta hipótesis, pero las simulaciones numéricas realizadas por Palma et al. (2008) muestran un aumento de las velocidades de plataforma media que coincide con la trayectoria de la pluma de Magallanes cuyo límite puede seguirse con la isohalina de 33,5 UPS (Bianchi et al., 2005).

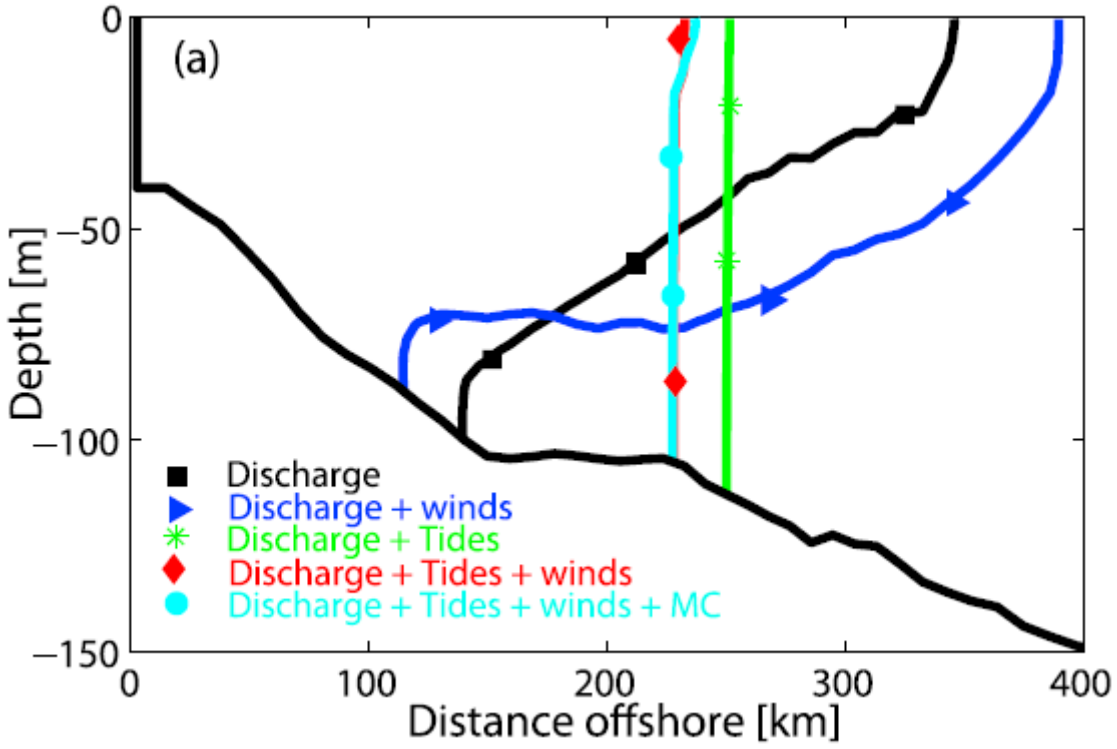


Figura 27. Posición sobre la plataforma (distancia desde la costa) de la isohalina de 33,5 UPS frente a Bahía Grande (aproximadamente 51°S; Figura 24) para distintos forzantes considerados en la simulación numérica. Las líneas representan los resultados obtenidos considerando los siguientes forzantes: únicamente la descarga a través del estrecho de Magallanes (cuadrados negros); descarga más vientos (triángulos azules); descarga más mareas (asteriscos verdes); descarga más mareas más vientos (rombos rojos); y descarga más mareas más vientos más corriente de Malvinas -MC- (círculos celestes). Fuente: Palma y Matano (2012).

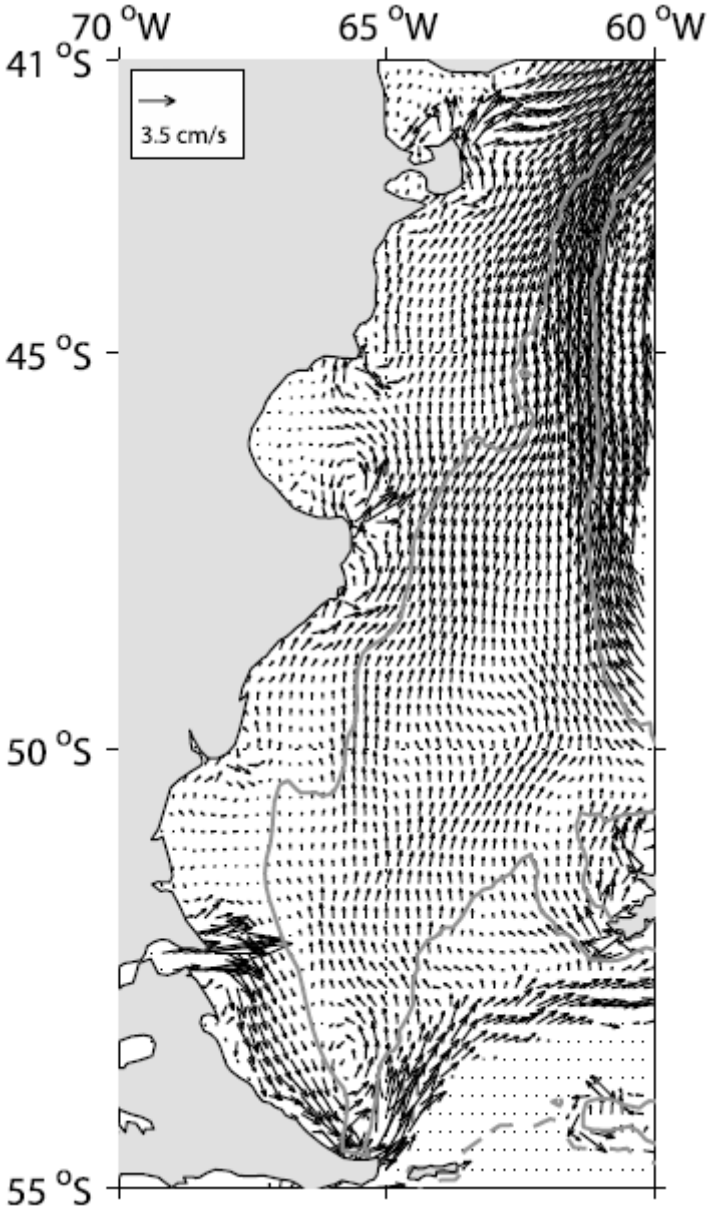


Figura 28. Vectores de la velocidad promedio en la vertical sobre la plataforma continental patagónica, resultantes de la simulación numérica que incluye todos los forzantes que actúan en la región. Las líneas grises indican las isobatas de 100 m y 200 m. Fuente: Palma y Matano (2012).

3.2.3 Características de temperatura y salinidad

De acuerdo a lo descripto en el apartado previo, la región de estudio está sometida a la influencia de las aguas de baja salinidad que entran a través del estrecho de Magallanes y a fuertes corrientes de marea y vientos del oeste que inducen una gran mezcla de la columna de agua.

El límite de esta influencia, determinado por la isohalina de 33,5 UPS (Bianchi et al, 2005), así como la gran mezcla que presenta la columna de agua, pueden observarse en la Figura 29, correspondiente a la salinidad climatológica de la plataforma patagónica (Palma y Matano, 2012). La pluma se extiende desde la superficie hasta el fondo, su escala offshore es de 300 km y su escala vertical (profundidad máxima que alcanza) es de 120 m.

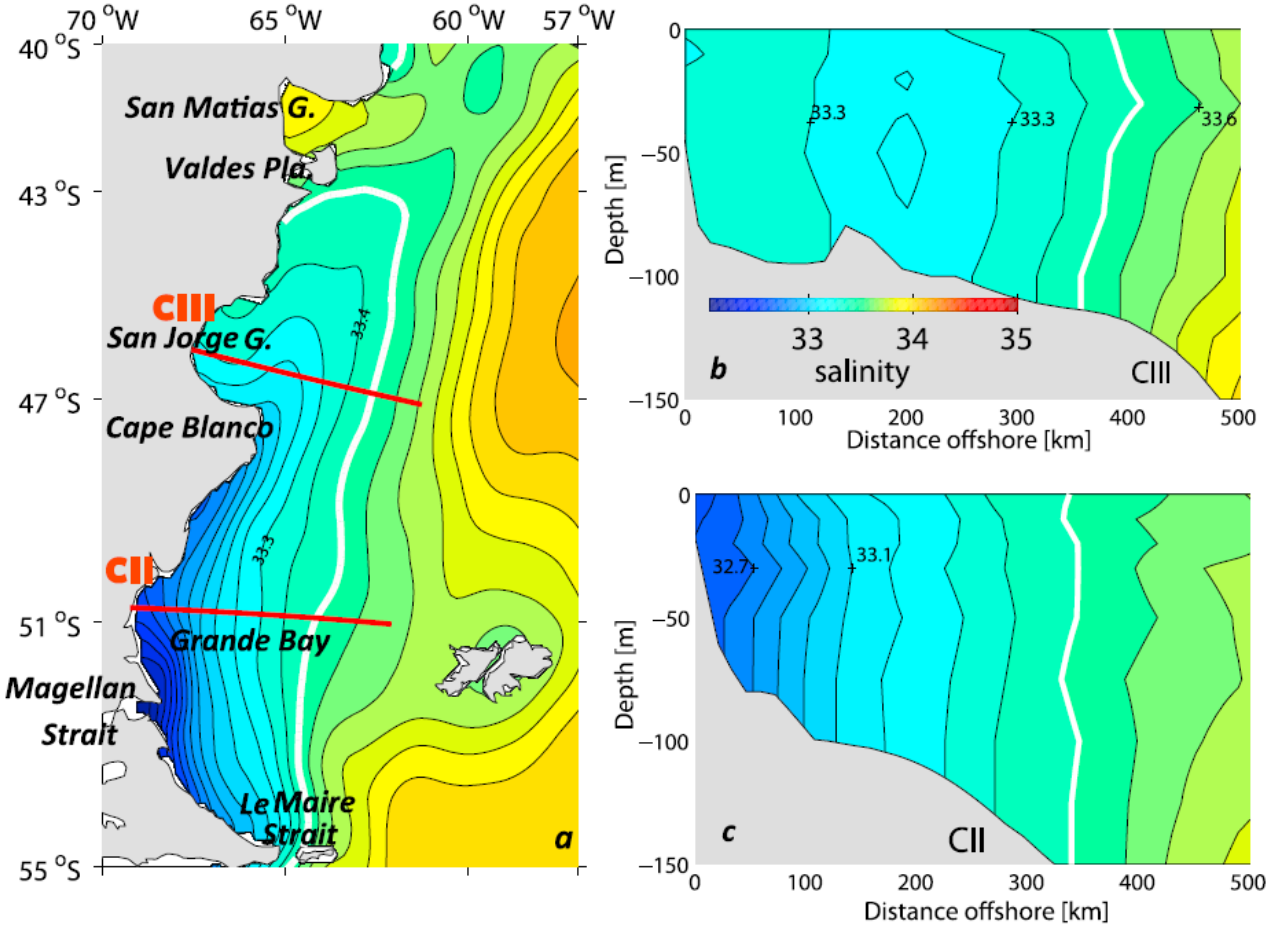


Figura 29. (a) Campo climatológico, derivado de observaciones, de la salinidad superficial de la plataforma patagónica. (b y c) Secciones climatológicas de salinidad correspondientes a las transectas CIII y CII. La linea blanca corresponde a la isohalina de 33,5.UPS. Fuente: Palma y Matano (2012).

Un detalle de esta figura se muestra en la Figura 30, en la que se ha representado el área operativa del proyecto. Es posible observar que ésta se encuentra comprendida dentro de la zona de influencia de la pluma de Magallanes, cuyo límite está determinado por la isohalina de 33,5 UPS (Bianchi et al., 2005). Los valores de salinidad en el área de estudio varían entre 32,6 UPS (cerca de la costa) y 33,2 UPS (en el borde offshore).

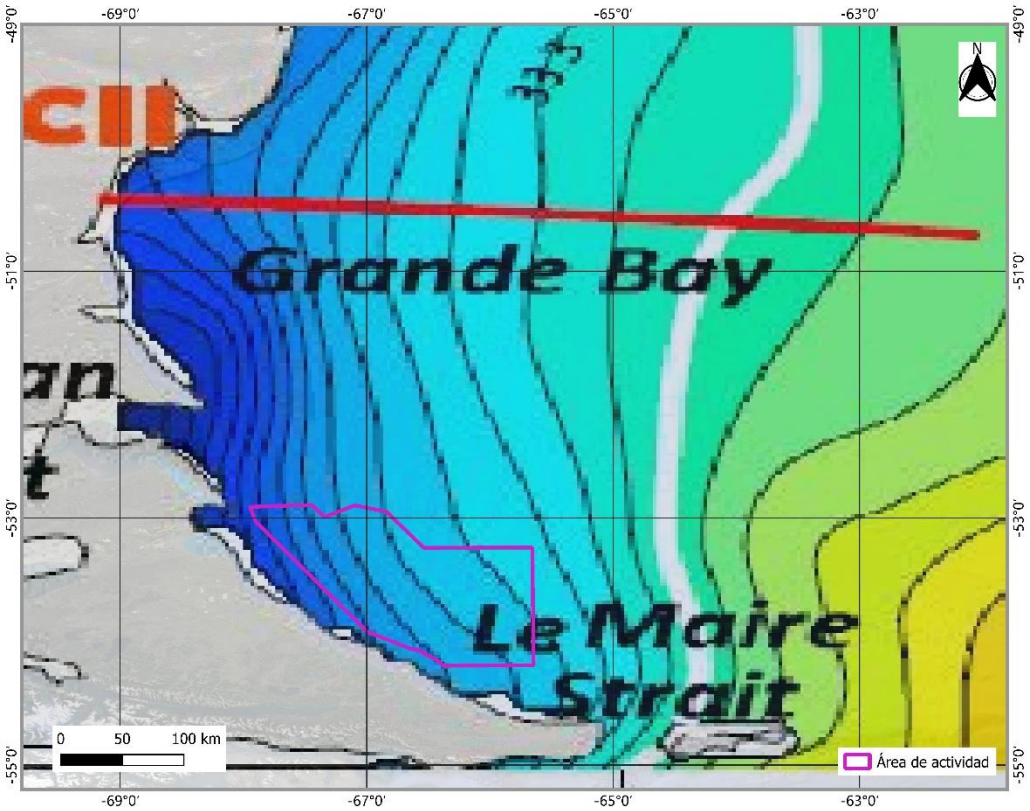


Figura 30. Campo climatológico derivado de observaciones, sobre imagen de Google Earth, de la salinidad superficial de la región de estudio. La linea blanca corresponde a la isohalina de 33,5.UPS. El polígono magenta corresponde al área de actividad del proyecto. Fuente: modificado de Palma y Matano (2012).

Sabatini et al. (2004) analizaron datos de salinidad y temperatura obtenidos hacia el fin de los veranos del período 1994-2000. La posición de las estaciones CTD realizadas durante las campañas se muestran en la Figura 31.

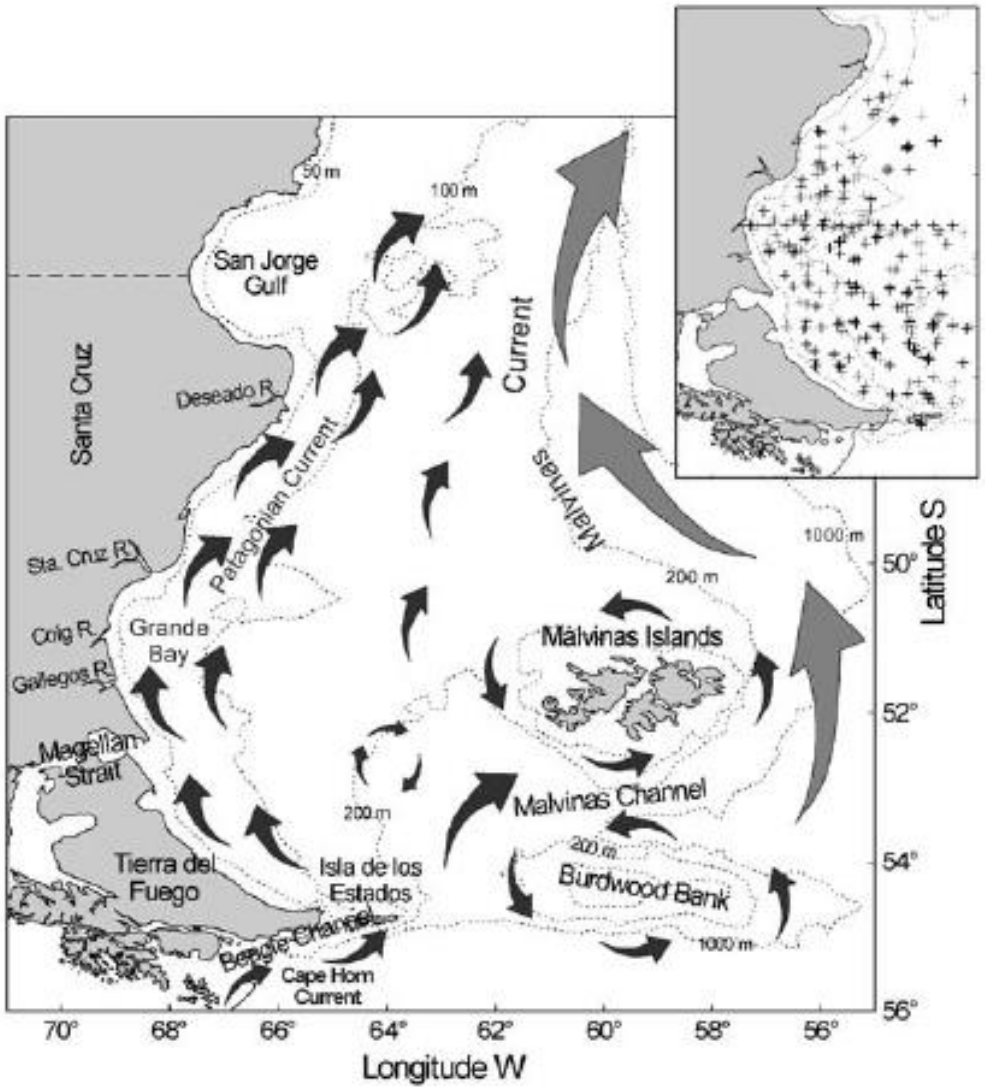


Figura 31. Circulación general superficial en la plataforma patagónica (las flechas son proporcionales a la velocidad) según Sabatini et al. (2004), mostrándose las posiciones de las estaciones CTD realizadas hacia fines de los veranos del período 1994-2000. Nota: la corriente Patagónica se refiere a la denominación de Brandhorst y Castello (1971).

El diagrama T-S obtenido a partir de estas observaciones se muestra en la Figura 32. En el mismo se destacan el agua costera o agua costera de baja salinidad (Coastal Water -CW-), el agua de plataforma (Shelf Water -SW-) y el agua de Malvinas (Malvinas Water -MW-).

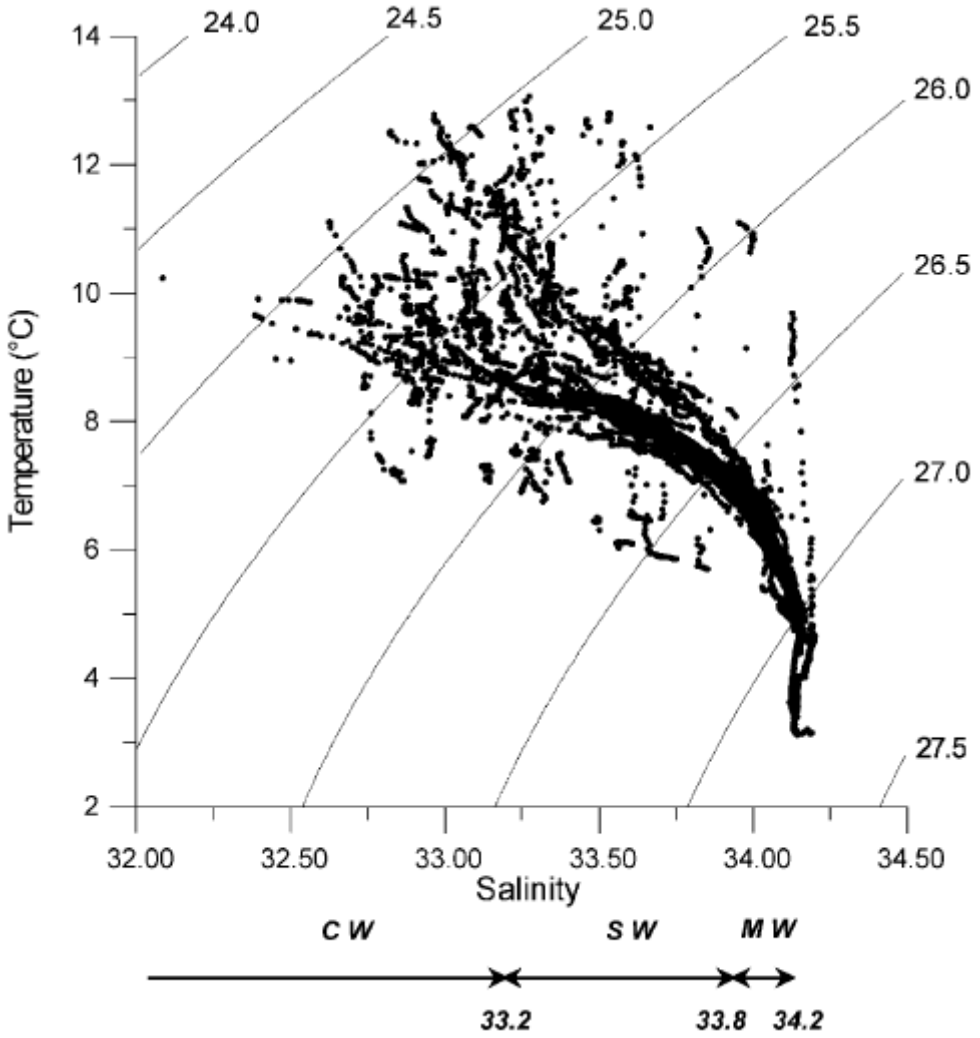


Figura 32. Diagrama T-S de la plataforma patagónica correspondiente al fin del verano. Se distinguen el agua costera o agua costera de baja salinidad (Coastal Water -CW-), el agua de plataforma (Shelf Water -SW-) y el agua de Malvinas (Malvinas Water -MW-). Fuente: Sabatini et al. (2004).

La estructura vertical de la columna de agua puede apreciarse en la Figura 33, la Figura 34, la Figura 35 y la Figura 36.

En la región cercana a la costa (<100 m), la estructura es altamente homogenea, aspecto relacionado con la fuerte mezcla vertical que caracteriza la region (ver Apartado 3.2.2). La estructura cuasi isotérmica no se presenta en toda el área de mediciones sino solamente en la región más austral (ver Figura 33). Se manifiesta un cambio abrupto de la estructura térmica cerca de los 51°S; hacia el norte la columna de agua puede caracterizarse como un sistema de dos capas separadas por una importante termoclina localizada a 50 m de profundidad, mientras que hacia el sur la estructura es cuasi isotérmica. A pesar de que parte de este patrón pueda deberse a las variaciones latitudinales de la radiación solar, la magnitud de los gradientes de la temperatura superficial (Figura 34) indica la existencia de diferencias existentes en los procesos de la dispersión y advección horizontal y de la mezcla vertical hacia el norte y hacia el sur de la latitud mencionada (Sabatini et al., 2004).

El patrón general de la distribución de la salinidad consiste en un aumento gradual hacia mar adentro y una estructura vertical prácticamente homogenea (Figura 35). Las salinidades superficiales más bajas (32,4-32,8 UPS) se localizan en la región sudoccidental, donde la estructura de salinidad está fuertemente influenciada por la descarga de aguas de baja salinidad a través del estrecho de Magallanes y a través de los ríos de la provincia de Santa Cruz. Las mayores salinidades (33,7-34,1 UPS) fueron registradas en la parte más profunda del sector sudoriental; contrariamente a la temperatura, la distribución espacial en superficie y en el fondo resultan similares (Sabatini et al., 2004).

Las desembocaduras de los tres grandes ríos de la patagonia austral se encuentran muy cercanas entre sí, por lo que es probable que las aguas de baja salinidad descargadas conformen una única y gran intrusión de aguas de baja salinidad cuya penetración mar adentro está incrementada por la importante mezcla derivada de las fuertes mareas y vientos característicos de la región (Sabatini et al., 2004).

De esta manera, y de acuerdo a las mediciones realizadas hacia fines de los veranos de los años 1994 a 2000, la estructura de la masa de agua costera de la plataforma continental puede ser separada en dos regiones. Al norte de 51°S la columna de agua puede ser caracterizada por un sistema de dos capas separadas por una somera termoclina ubicada a 50 m de profundidad. Al sur de 51°S la estructura de densidad de la columna de agua se torna prácticamente homogenea (Figura 36). Las dos regiones están separadas por un frente que se extiende en dirección noreste desde la bahía Grande hasta el talud.

La estructura vertical de la temperatura, la salinidad y la densidad frente a los 51°S (bahía Grande) se presenta en la Figura 37 para la campaña de marzo de 1994 (Sabatini et al, 2004).

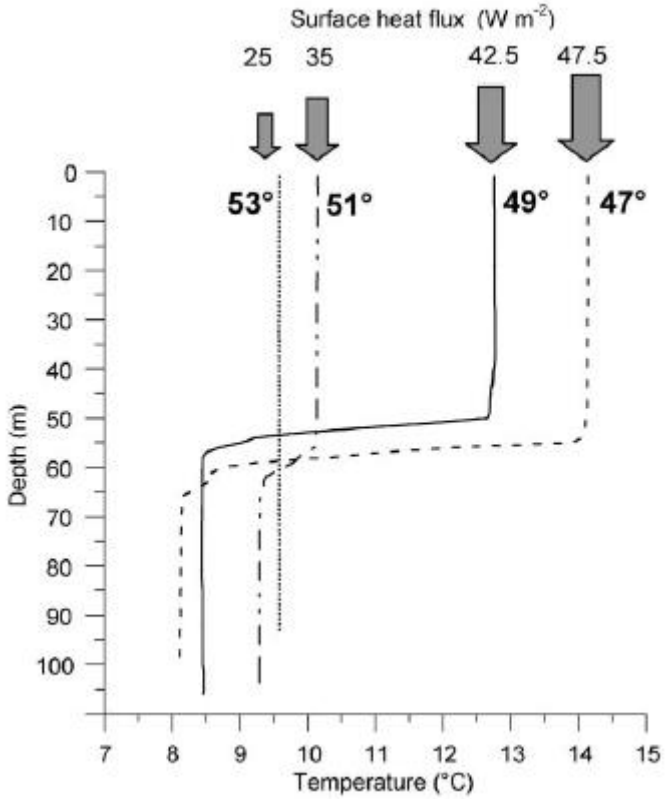


Figura 33. Estratificación térmica de la plataforma patagónica entre las latitudes de 47°S y 53° S correspondiente a mediciones realizadas en marzo de 1999. Con el objeto de ejemplificar los patrones típicos se seleccionaron estaciones CTD ubicadas en la plataforma media sobre la isobata de 100 m. Las flechas son proporcionales al flujo medio de calor sobre la superficie del mar según Esbensen y Kushnir (1981). Fuente: Sabatini et al. (2004).

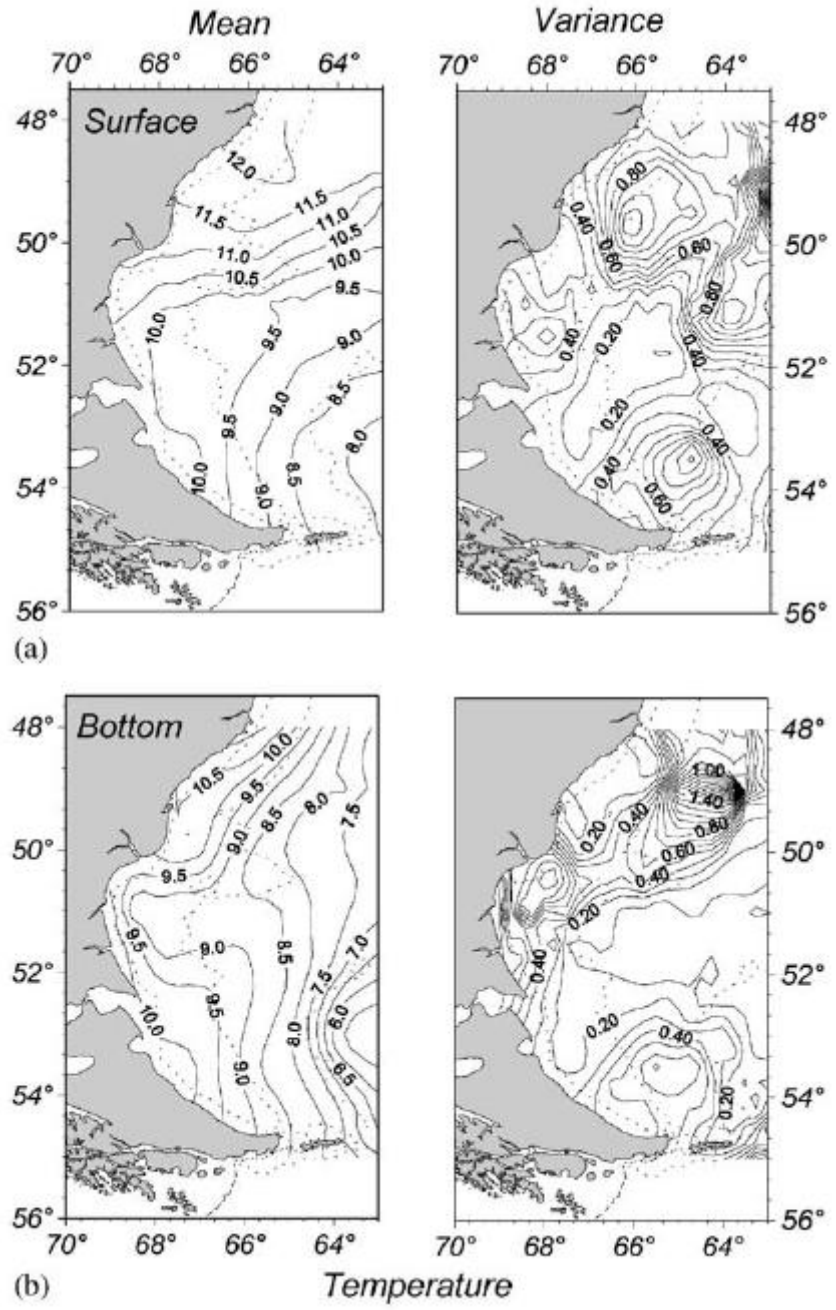


Figura 34. Temperaturas medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004).

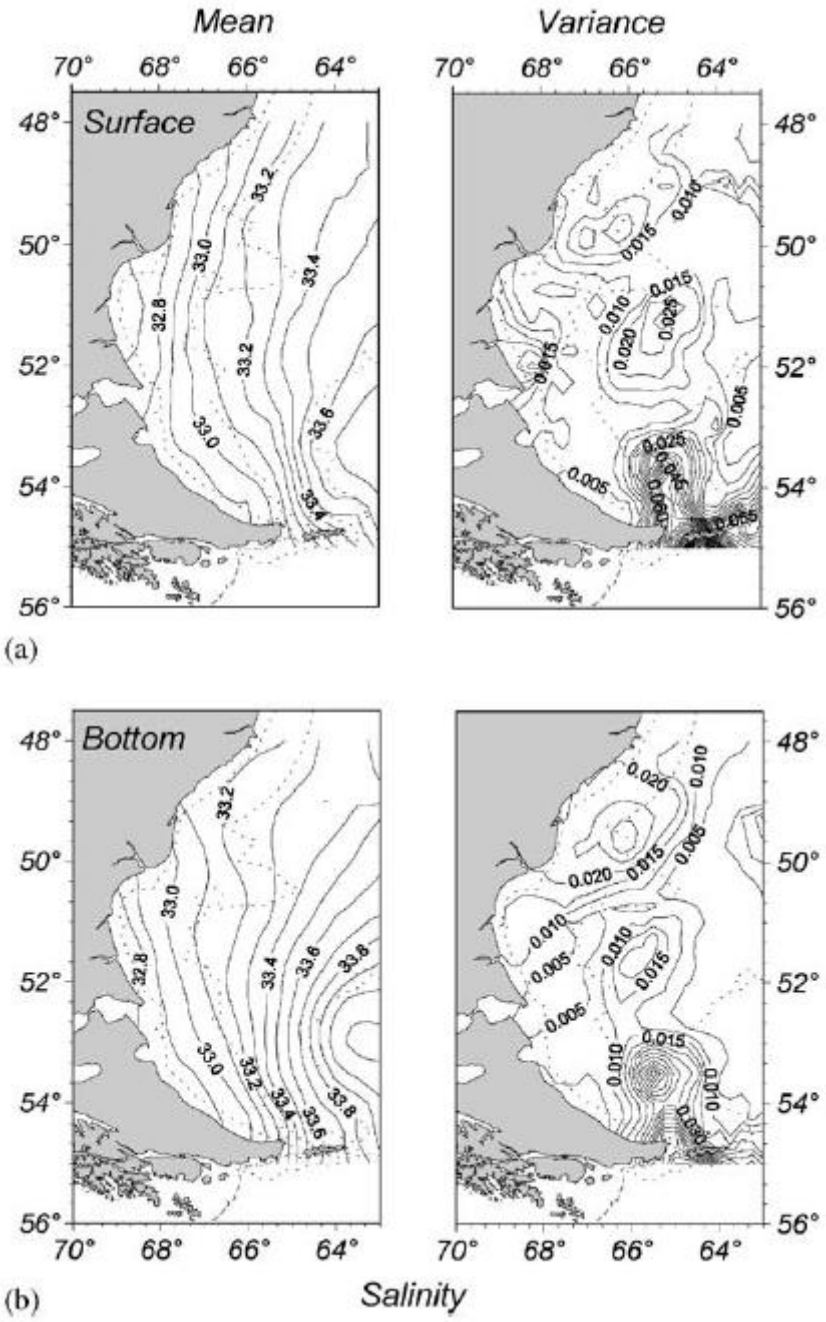


Figura 35. Salinidades medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004).

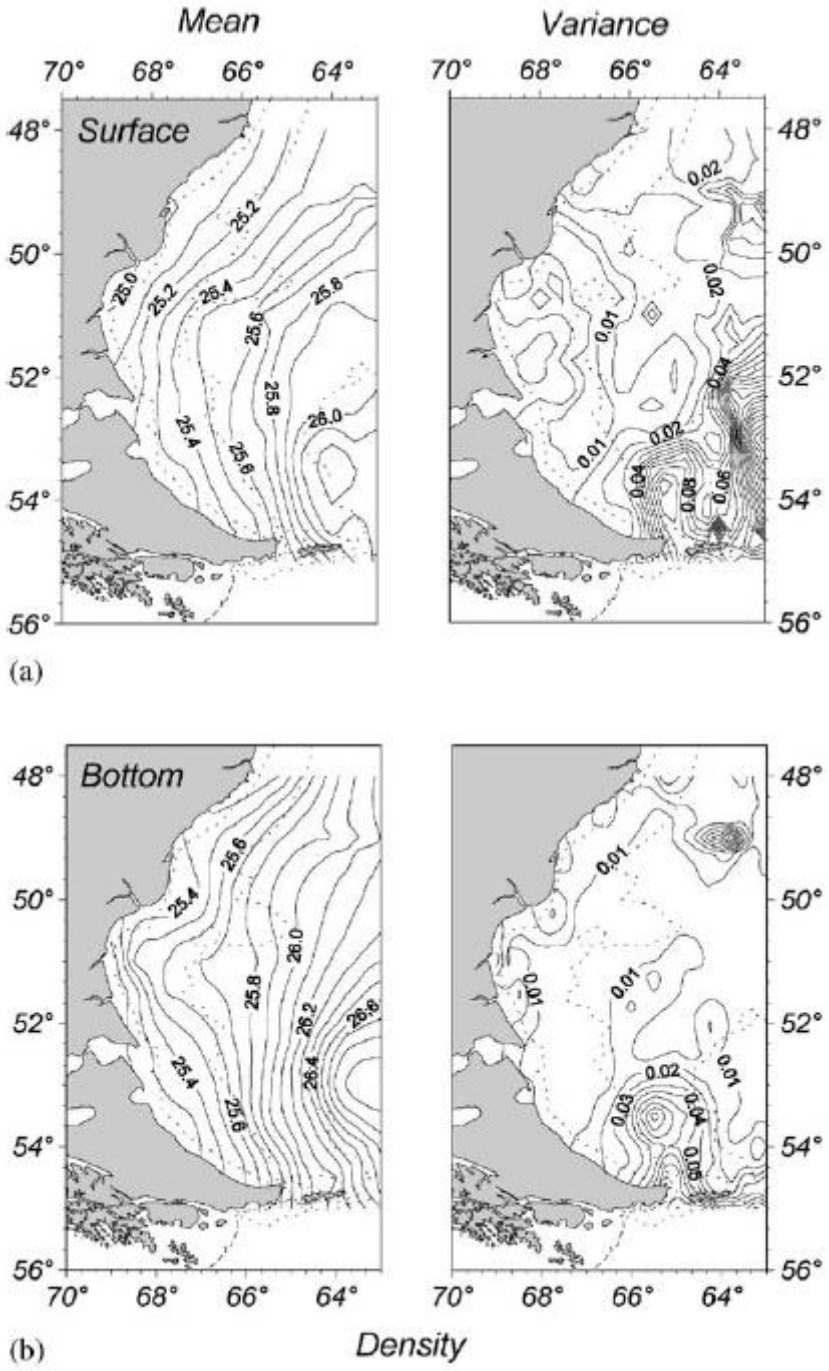


Figura 36. Densidades medias y varianzas sobre la plataforma patagónica correspondientes al final de los veranos de los años 1994 a 2000. (a) valores en superficie y (b) valores en el fondo. Fuente: Sabatini et al. (2004).

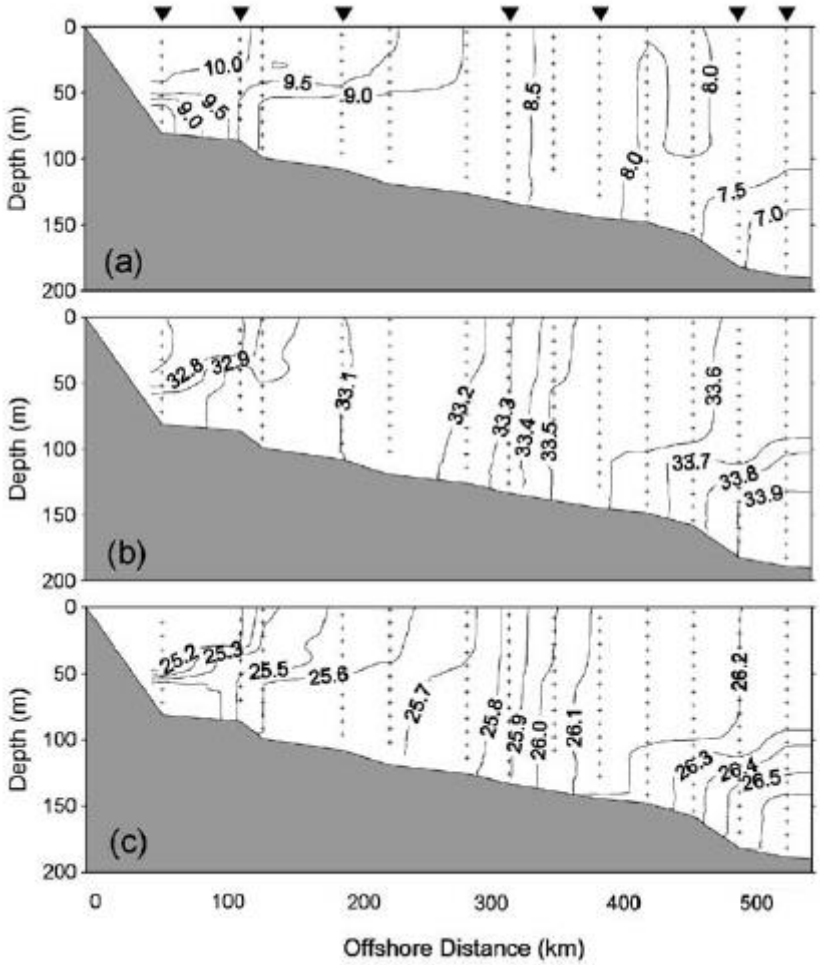


Figura 37. Perfiles verticales de temperatura (a), salinidad (b) y densidad (c) a lo largo de una sección ubicada frente a Bahía Grande (51°S), correspondientes a la campaña de marzo de 1994. Los triángulos sobre la imagen superior representan la posición de las estaciones CTD realizadas sobre la transecta. Fuente: Sabatini et al. (2004).

El parámetro de estabilidad de Simpson, que representa la energía necesaria para mezclar completamente la columna de agua (Simpson, 1981), se presenta en la Figura 38 (valores medios y varianzas correspondientes a las mediciones realizadas hacia fines de los veranos de los años 1994-2000). Su distribución espacial indica la existencia de tres regímenes dinámicos separados por la isolinea de 40 J/m^3. La primera región se localiza al norte de aproximadamente 51°S, donde los valores relativamente altos del parámetro de Simpson corresponden al sistema de dos capas fuertemente estratificadas descripto anteriormente. La segunda región está confinada a la plataforma interior y media al sur de 51°S (profundidades menores a 100 m), donde los bajos valores de este parámetro corresponden a la estructura de densidad cuasi homogenea observada durante las campañas analizadas. La tercera región se extiende desde el estrecho de Le Maire hacia el noreste y corresponde a la entrada de aguas subantárticas asociadas con las corrientes del Cabo de Hornos y de Malvinas (Sabatini et al., 2004).

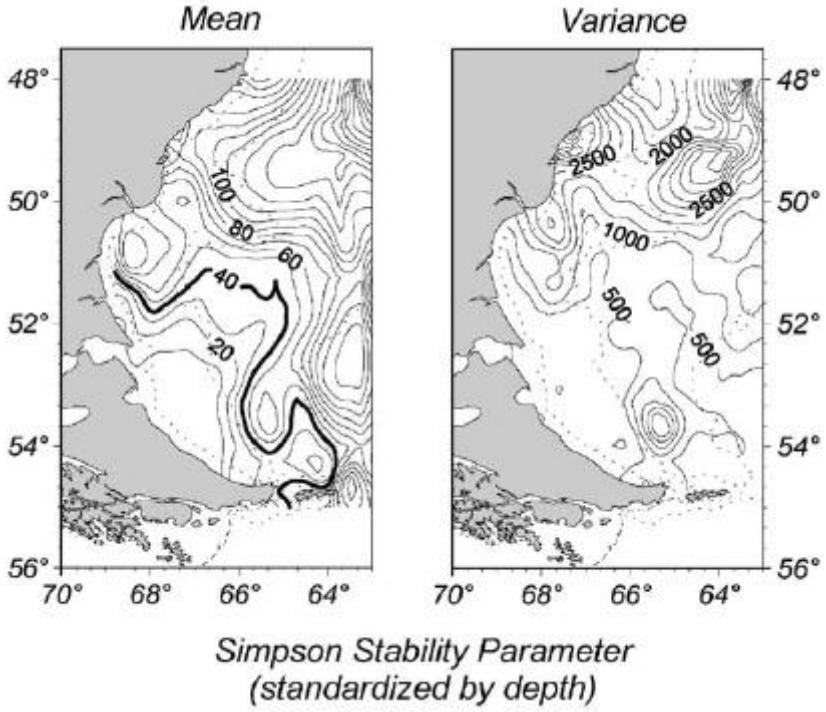


Figura 38. Distribución horizontal del parámetro de estabilidad de Simpson: (a) valores medios y (b) varianzas correspondientes a las mediciones realizadas hacia fines de los veranos de los años 1994-2000. Fuente: Sabatini et al. (2004).

La variación estacional de las características de salinidad y temperatura fue analizada en distintos perfiles de la columna de agua del área operativa del proyecto en base a la información provista por dos fuentes. Una es el modelo GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 de Copernicus (http://marine.copernicus.eu/servicesportfolio/access-to-products/), 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.

Dicho análisis, más el respectivo cálculo de la densidad y velocidad del sonido en la columna de agua, variables que constituyen un input para el modelo de la propagación y atenuación del ruido, se presentan en el Capítulo 6 - Modelación Acústica.

3.2.4 Mareas

En las áreas AUS105, AUS106 Y MLO121, ubicadas sobre la plataforma continental y cercanas a la costa, además de las corrientes marinas globales 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.

La corriente frente a Puerto Río Grande (ver ubicación en Figura 39) puede alcanzar valores del orden de 1 m/s, como se ilustra en la Figura 40 elaborada como ejemplo en base al pronóstico de enero de 2020 del Servicio de Hidrografía Naval.

Dado que la amplitud de marea se reduce a medida que aumenta la distancia a la costa (Figura 41 y Figura 42), estas velocidades se van atenuando hacia los sectores más alejados de la misma dentro del área de exploración sísmica.

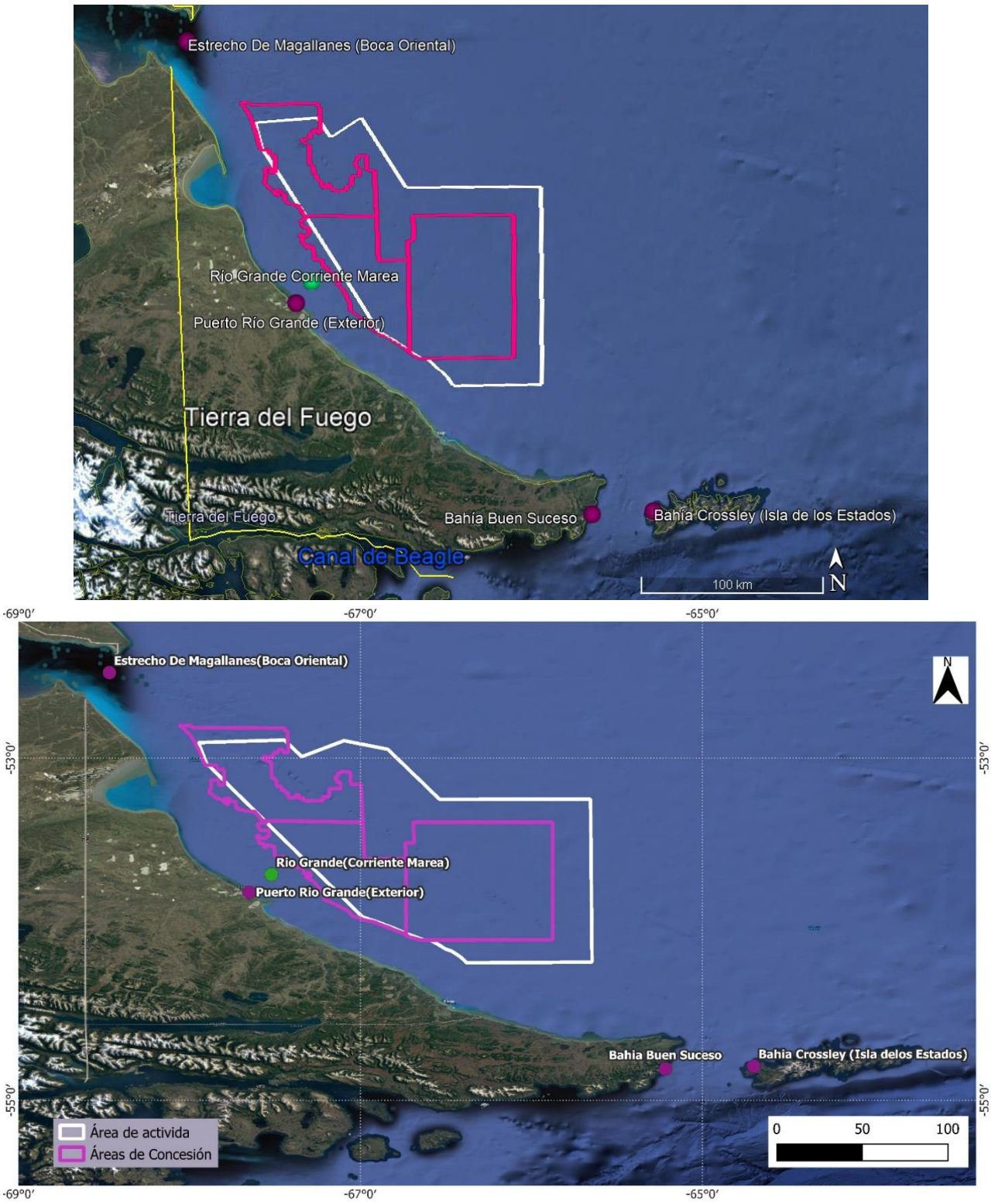


Figura 39. Ubicación de las estaciones de pronóstico de mareas (violeta: pronóstico de alturas, verde: pronóstico de corrientes) del Servicio de Hidrografía Naval. Se muestran los polígonos correspondientes a las áreas de concesión (magenta) y el área de actividad del proyecto (blanco).

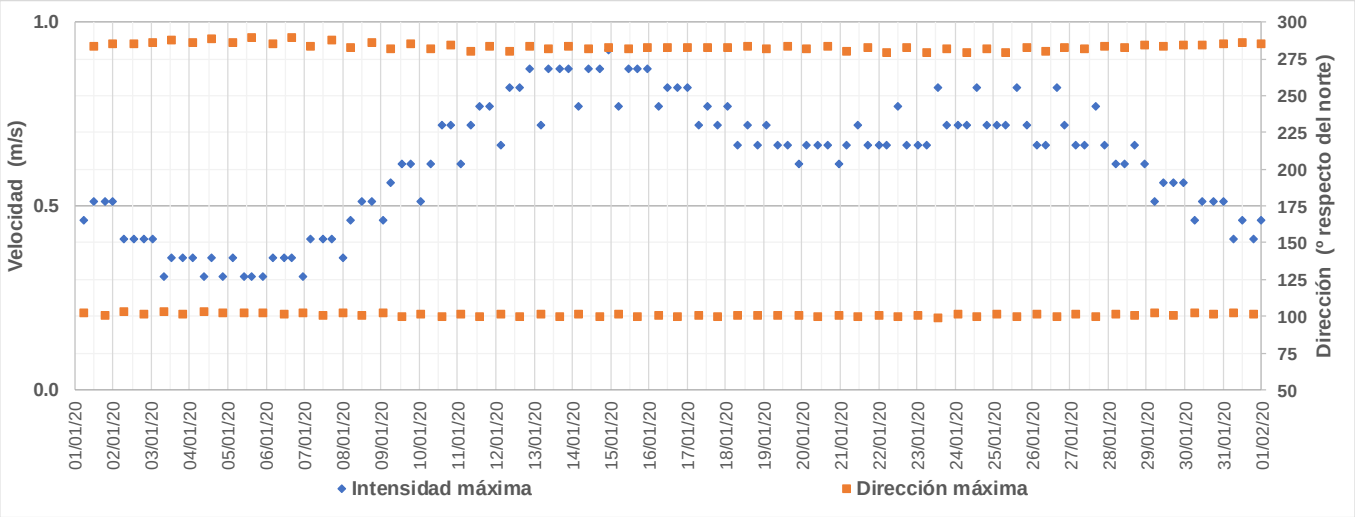


Figura 40. Corriente de marea frente a Puerto Río Grande. Fuente: elaboración propia, a partir del pronóstico de mareas cada 6 horas publicado por el Servicio de Hidrografía Naval para el mes de enero de 2020.

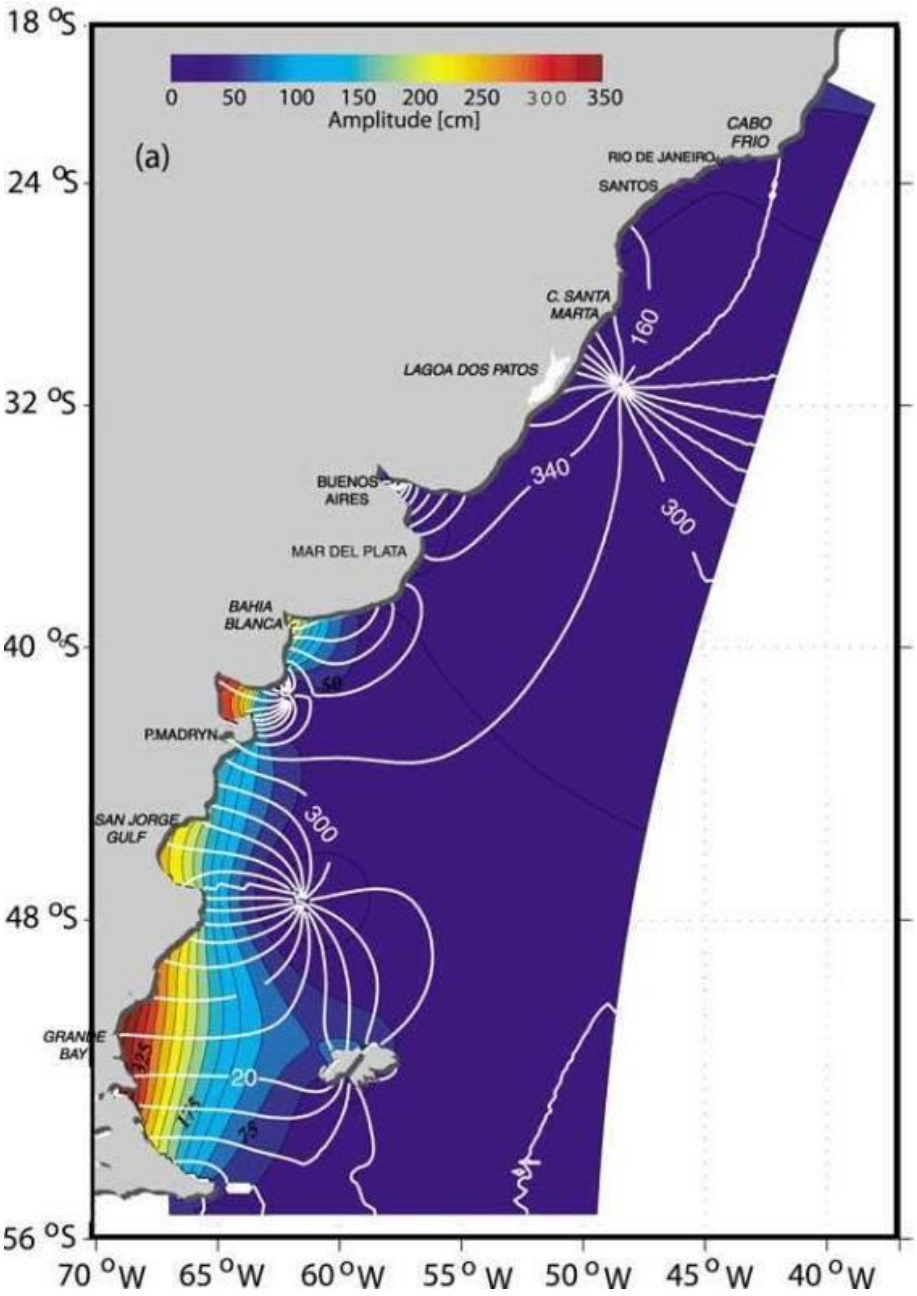


Figura 41. Carta cotidal (cada 20º) y de isoamplitudes (cada 25 cm) de la componente principal lunar de marea (M2). Fuente: Serman & asociados s.a. (2010).

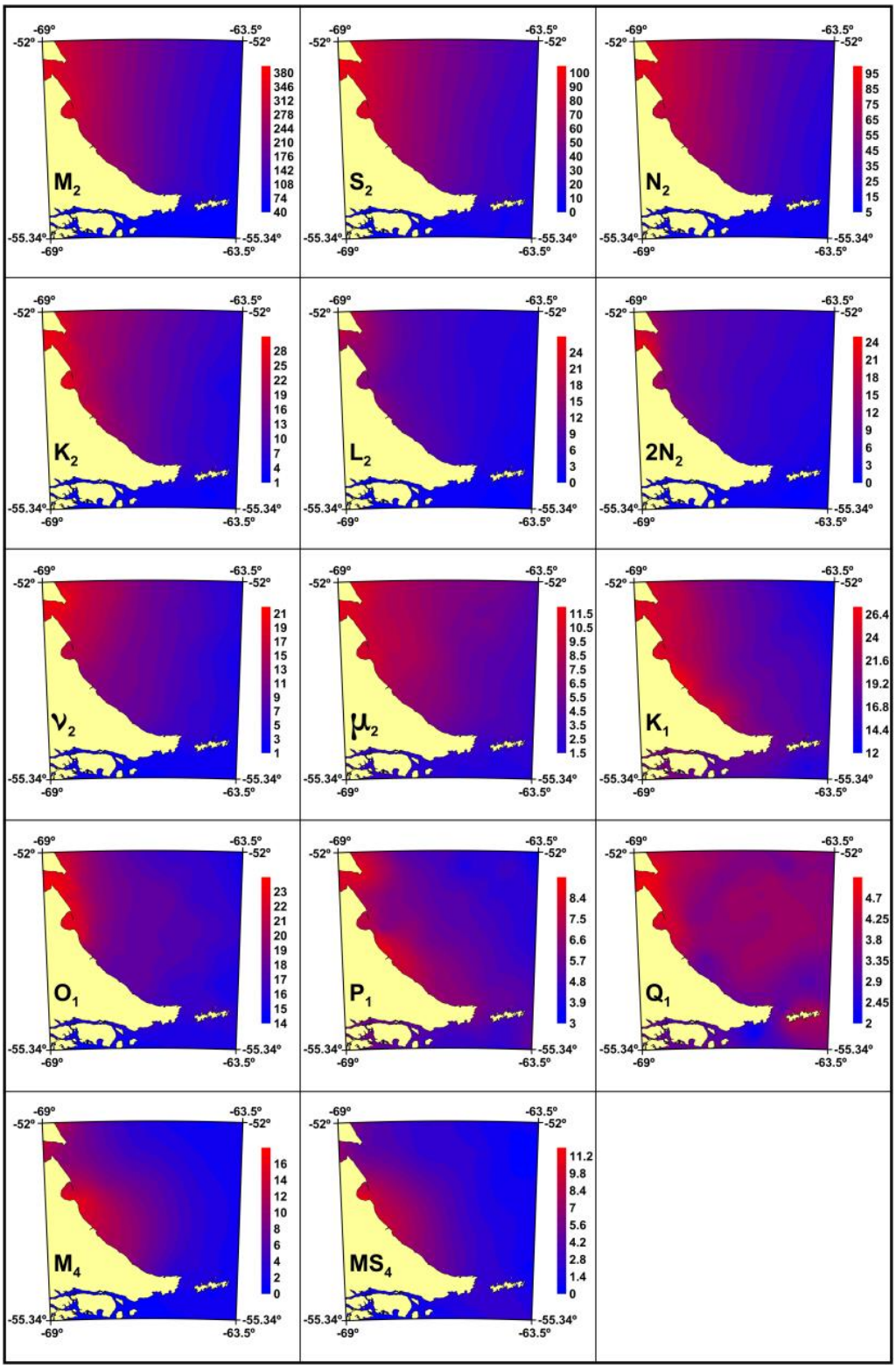


Figura 42. Cartas de isoamplitudes (expresadas en centímetros) para las principales componentes de marea, diurnas y semidiurnas. Información de base: alturas del nivel del mar de estaciones de marea y altimetría satelital. Fuente: D'Onofrio et al. (2016).

En la Tabla 8 se presenta el pronóstico 2020 de altura de marea realizado por el Servicio de Hidrografía Naval para la estación Puerto Río Grande y tres estaciones más de la zona de estudio. En ella se puede observar claramente que a lo largo de la costa este de la Isla Grande de Tierra del Fuego la amplitud de la marea disminuye hacia el sur a partir de un valor de 11 m (amplitud máxima) en la boca oriental del estrecho de Magallanes. En Río Grande la amplitud máxima es del orden de 8,5 m y, en cercanías del canal de Beagle (ver ubicación de las estaciones en la Figura 39), ésta desciende a valores del orden de los 2 m a 3 m.

Este patrón puede observarse también en la Figura 41 (carta cotidal y de isoamplitud para la componente principal lunar de marea M2) y la Figura 42 (cartas de isoamplitudes para las principales componentes diurnas y semidiurnas). Es decir que la amplitud de la marea a lo largo de la costa este de la Isla Grande de Tierra del Fuego no solo disminuye costa afuera sino también en dirección sur.

Tabla 8. Alturas de marea (metros sobre el plano de reducción), correspondientes al pronóstico de mareas 2020 del Servicio de Hidrografía Naval.

Puerto Patrón	Pleamar (m)		Bajamar (m)		Amplitud (m)		Nivel Medio (m)
	Máxima	Media	Más baja	Media	Máxima	Media	
ESTRECHO DE MAGALLANES (Boca Oriental)	11,3	9,21	0,14	2,35	11,1	6,86	5,85
PUERTO RIO GRANDE (Exterior)	8,68	7,35	0,16	1,93	8,45	5,42	4,80
BAHIA BUEN SUCESO	2,39	2,00	0,03	0,56	2,33	1,44	1,28
BAHIA CROSSLEY (Isla de los Estados)	2,92	2,46	0,03	0,71	2,73	1,75	1,58

3.2.5 Clima de olas

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

Información del clima de olas también está disponible a través de distintos modelos globales. Aquella provista por el Global Atlas of Ocean Waves (período 1970-2011) se presenta a continuación.

El Global Atlas of Ocean Waves está basado en observaciones VOS (Programa de Buques de Observación Voluntaria) y es el resultado de un proyecto de cooperación financiado por la Unión Europea cuyos participantes son: P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science (Moscow); Southampton Oceanography Centre (Southampton); y Royal Netheralands Meteologigal Institute (De Bilt).

En la Figura 43 se muestra la altura significa de ola media anual, de acuerdo a dicha fuente, y en la Figura 44, los correspondientes períodos.

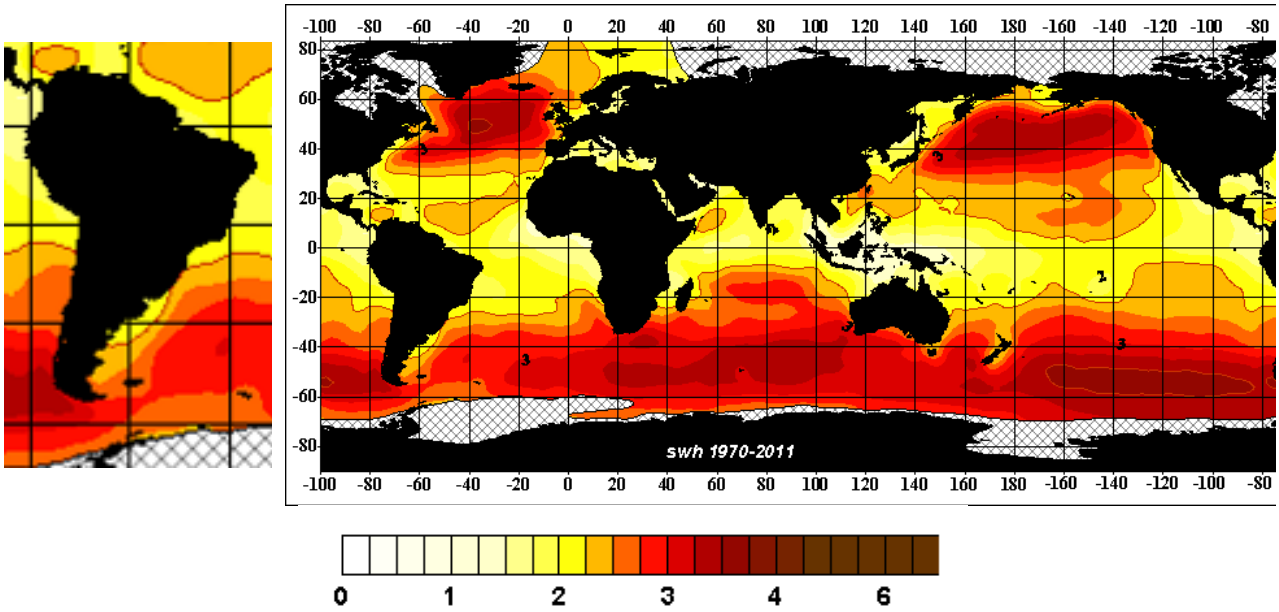


Figura 43. Altura significativa de ola media anual (en metros) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves.

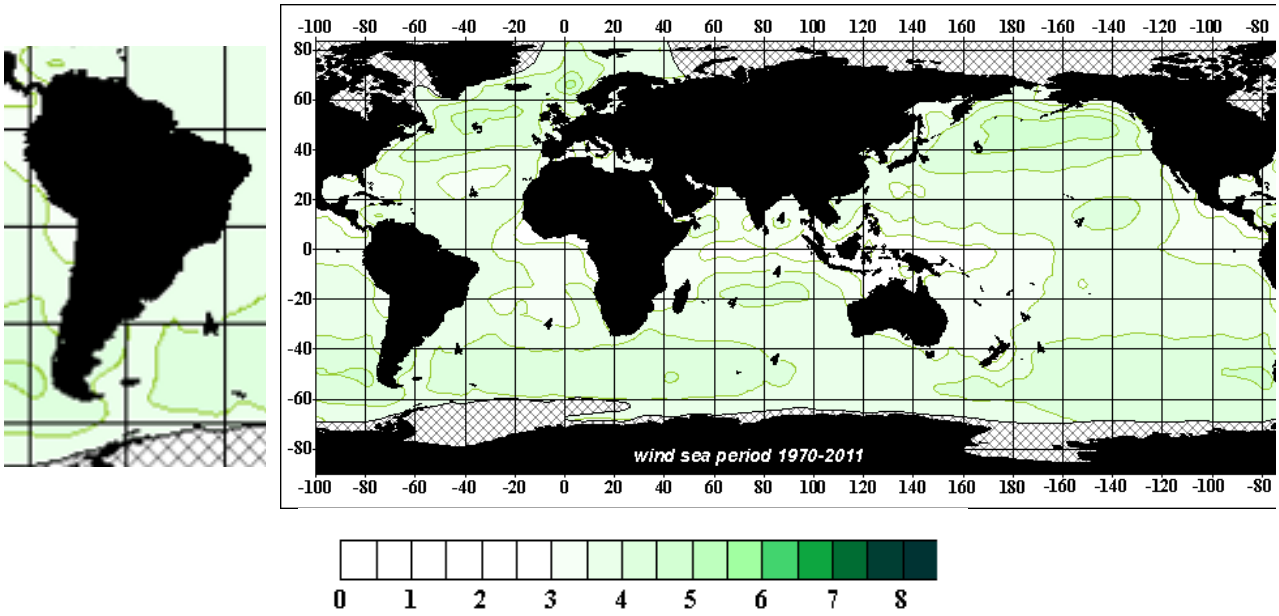


Figura 44. Período de ola medio anual (en segundos) para el período 1971-2005. Fuente: Global Atlas of Ocean Waves.

Se presenta a continuación el análisis de series de datos de olas del proyecto IOWAGA (Integrated Ocean Waves for Geophysycal and other Applications), desarrollado por el instituto de investigación IFREMER (Francia). El modelo numérico aplicado en la obtención de la base de datos corresponde al WAVE-WATCH III, el cual es un modelo de oleaje de tercera generación desarrollado por la NOAA/NCEP (National Oceanic and Atmospheric Administration/National Centers for Environmental Predictions). El mismo fue implementado en su modalidad de grilla GLOBAL, con vientos provenientes de la base de ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts).

Los datos se encuentran organizados por mes y con un intervalo de tiempo de 3 horas. El tamaño de celda del modelo varía según la zona, desde la grilla de costa atlántica francesa con una resolución de 1/30° hasta la grilla GLOBAL con una resolución de 0,5°.

La información suministrada por esta base de datos contempla no solo la descripción del espectro total de energía correspondiente a cada instante del registro, sino que además entrega información específica sobre la componente energética aportada por el oleaje generado por vientos locales (*sea*) y por las distintas componentes principales asociadas al oleaje oceánico propagado desde diferentes zonas de generación (*swell*).

Validaciones mensuales con mediciones de boyas han demostrado una confiabilidad excelente de este modelo.

En la Figura 45 se muestra un mapa de las áreas AUS105, AUS106 Y MLO121 y de dos nodos IFREMER ubicados en la zona.

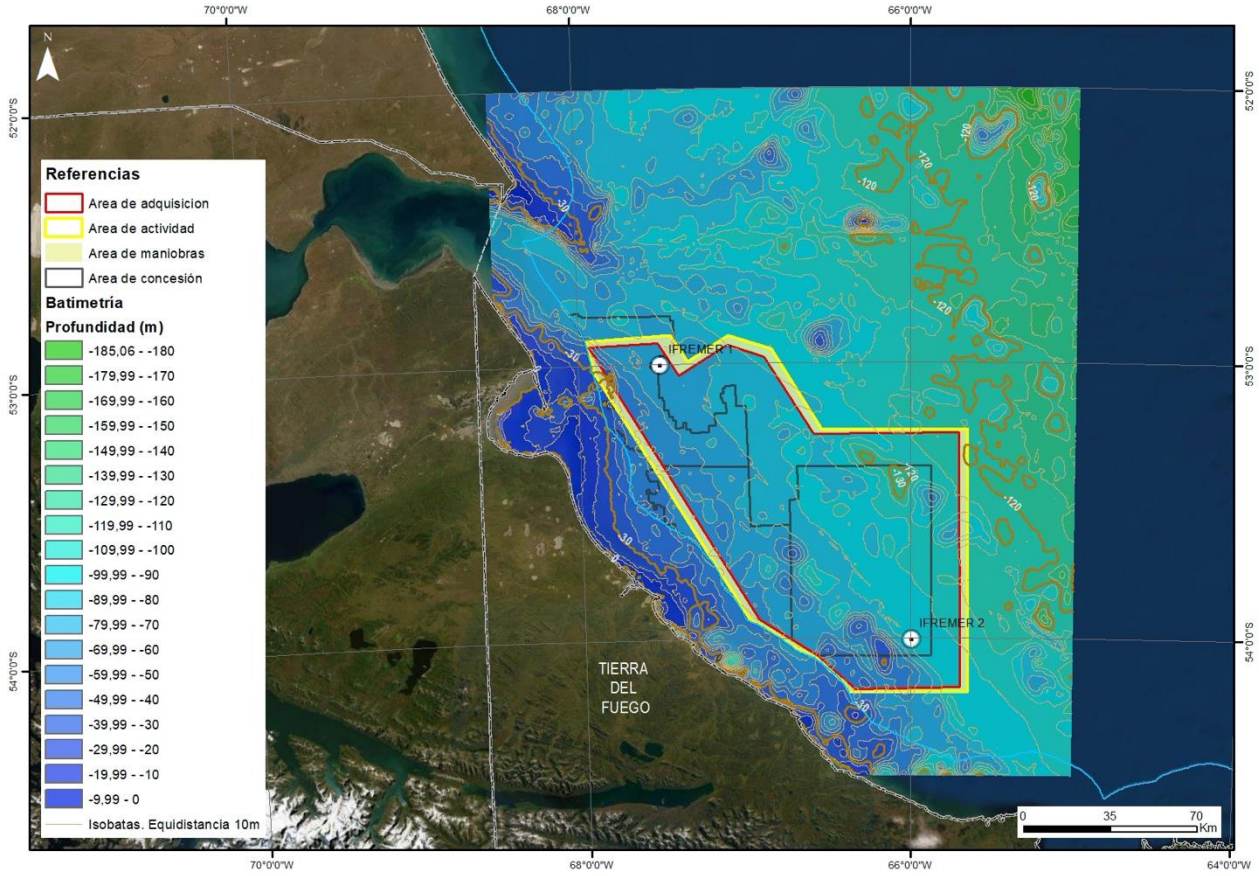


Figura 45. Ubicación de los nodos de la base de datos IFREMER analizados, sobre la batimetría de la región de estudio. Fuente de la batimetría: base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans": https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

De estos nodos se extrajeron datos de altura significativa (hs), período pico (tp) y dirección pico (dp) del oleaje para los últimos 10 años completos (período 2009 a 2018).

Las distribuciones direccionales para la hs y el tp del oleaje se presentan en la Figura 46 y la Tabla 9 para el nodo 1 y en la Figura 47 y la Tabla 10 para el nodo 2.

En ambos nodos se observa que las olas tienen dos direcciones principales, SSO y ESE, siendo las primeras las de períodos más largos, superando los 12 s. Este oleaje que se dirige hacia el SSO se trata de *swell* marino, correspondiente a olas de período regular, en general mayores a los 8 segundos, que se propagan en océano abierto varios kilómetros lejos de su zona de generación casi sin pérdida de energía.

Las olas de períodos más cortos (menores a los 8 segundos) corresponden a *sea* u ola de viento. Este oleaje que se dirige hacia el ESE, de períodos menos regulares que el *swell*, es generado localmente debido a los vientos de la zona.

En ambos nodos las mayores alturas corresponden, principalmente, al oleaje que se dirige hacia las direcciones SO al SE.

Las olas más altas alcanzan valores de 6,5 m en los dos nodos estudiados.

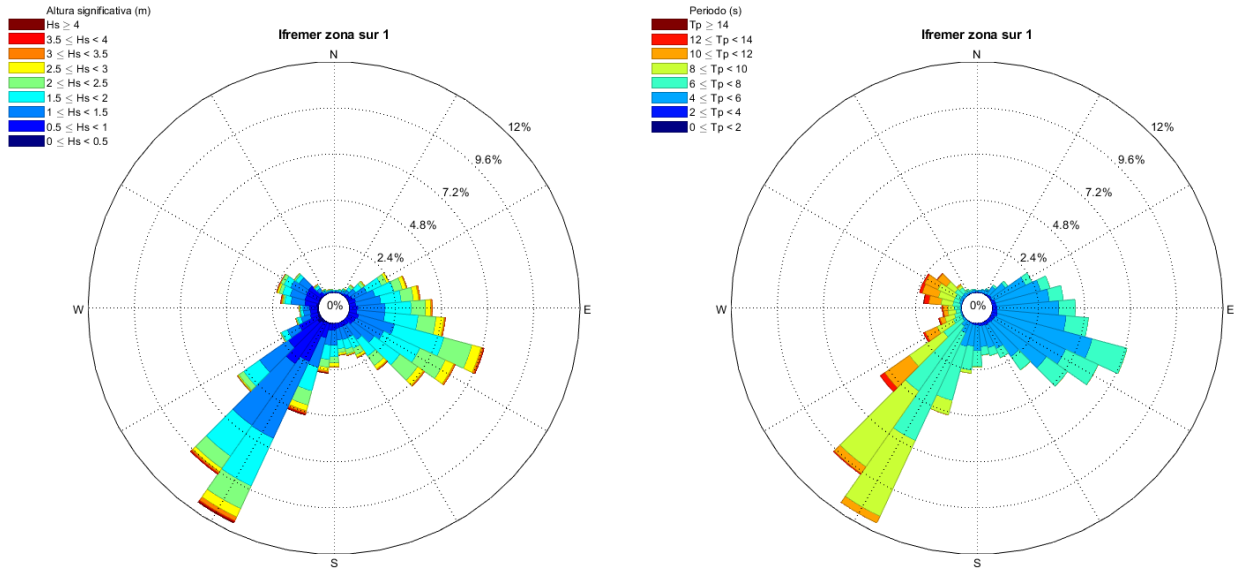


Figura 46. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1. hs izquierda, tp derecha, período 2009 a 2018.

Tabla 9. Análisis estadístico direccional de altura significativa de ola para la serie 2009-2018 en el nodo IFREMER 1 (arriba: número de eventos; abajo: %).

Dirección	Altura significativa (m)											Total
	0 - 0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	>5	
N	2	25	65	73	35	10	4	1	0	0	0	215
NE	7	202	530	514	224	79	18	2	3	0	0	1579
E	12	519	1836	1959	1068	421	104	23	3	0	0	5945
SE	10	450	1569	1846	1217	398	81	13	5	2	1	5592
S	19	456	1096	920	491	212	80	27	14	7	5	3327
SW	168	2399	3338	1880	774	246	102	42	22	13	4	8988
W	94	618	669	301	103	53	34	22	6	1	0	1901
NW	45	577	617	261	116	30	14	6	3	0	0	1669
Total	**357**	**5246**	**9720**	**7754**	**4028**	**1449**	**437**	**136**	**56**	**23**	**10**	**29216**

Dirección	Altura significativa (m)											Total
	0 - 0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	>5	
N	<0,1%	<0,1%	0.2%	0.2%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	0%	0.7%
NE	<0,1%	0.7%	1.8%	1.8%	0.8%	0.3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	5.4%
E	<0,1%	1.8%	6.3%	6.7%	3.7%	1.4%	0.4%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	20.3%
SE	<0,1%	1.5%	5.4%	6.3%	4.2%	1.4%	0.3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	19.1%
S	<0,1%	1.6%	3.8%	3.1%	1.7%	0.7%	0.3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	11.4%
SW	0.6%	8.2%	11.4%	6.4%	2.6%	0.8%	0.3%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	30.8%
W	0.3%	2.1%	2.3%	1.0%	0.4%	0.2%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	6.5%
NW	0.2%	2.0%	2.1%	0.9%	0.4%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	5.7%
Total	1.2%	18.0%	33.3%	26.5%	13.8%	5.0%	1.5%	0.5%	0.2%	<0,1%	<0,1%	100%

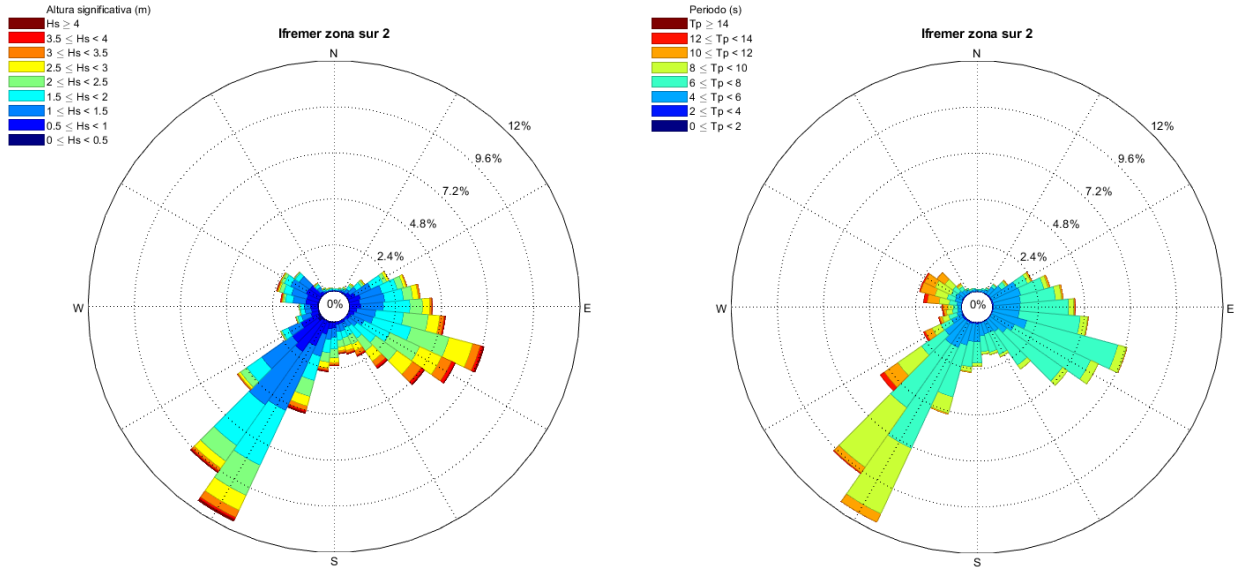


Figura 47. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2. hs izquierda, tp derecha, período 2009 a 2018.

Tabla 10. Análisis estadístico direccional de altura significativa de ola para la serie 2009-2018 en el nodo IFREMER 2 (arriba: número de eventos; abajo: %).

Dirección	Altura significativa (m)											Total
	0 - 0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	>5	
N	1	58	158	154	82	42	15	2	1	0	0	513
NE	1	74	349	256	122	48	5	1	1	1	0	858
E	1	110	371	335	169	100	21	3	2	0	0	1112
SE	23	833	2358	3204	2719	1744	754	235	58	21	9	11958
S	23	857	1969	1958	1195	670	302	112	49	13	21	7169
SW	156	1282	1476	801	302	128	42	18	10	7	4	4226
W	56	648	640	344	140	49	34	35	9	1	0	1956
NW	34	568	502	206	77	25	11	1	0	0	0	1424
Total	**295**	**4430**	**7823**	**7258**	**4806**	**2806**	**1184**	**407**	**130**	**43**	**34**	**29216**

Dirección	Altura significativa (m)											Total
	0 - 0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	>5	
N	<0,1%	0.2%	0.5%	0.5%	0.3%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	1.8%
NE	<0,1%	0.3%	1.2%	0.9%	0.4%	0.2%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	2.9%
E	<0,1%	0.4%	1.3%	1.1%	0.6%	0.3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0.0%	0%	3.8%
SE	<0,1%	2.9%	8.1%	11.0%	9.3%	6.0%	2.6%	0.8%	0%	<0,1%	<0,1%	40.9%
S	<0,1%	2.9%	6.7%	6.7%	4.1%	2.3%	1.0%	0.4%	0.2%	<0,1%	<0,1%	24.5%
SW	0.5%	4.4%	5.1%	2.7%	1.0%	0.4%	0.1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	14.5%
W	0.2%	2.2%	2.2%	1.2%	0.5%	0.2%	0.1%	0.1%	<0,1%	<0,1%	0%	6.7%
NW	0.1%	1.9%	1.7%	0.7%	0.3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	0%	4.9%
Total	**1.0%**	**15.2%**	**26.8%**	**24.8%**	**16.4%**	**9.6%**	**4.1%**	**1.4%**	**0.4%**	**0.1%**	**0.1%**	**100%**

El análisis estacional de las series temporales de olas se presentan en la Figura 48 (hs) y Figura 49 (tp) para el nodo 1 y en la Figura 50 (hs) y Figura 51 (tp) para el nodo 2.

De la misma manera que lo observado para los vientos (Figura 59 y Figura 60), se registran mayores alturas de olas durante el otoño y el invierno.

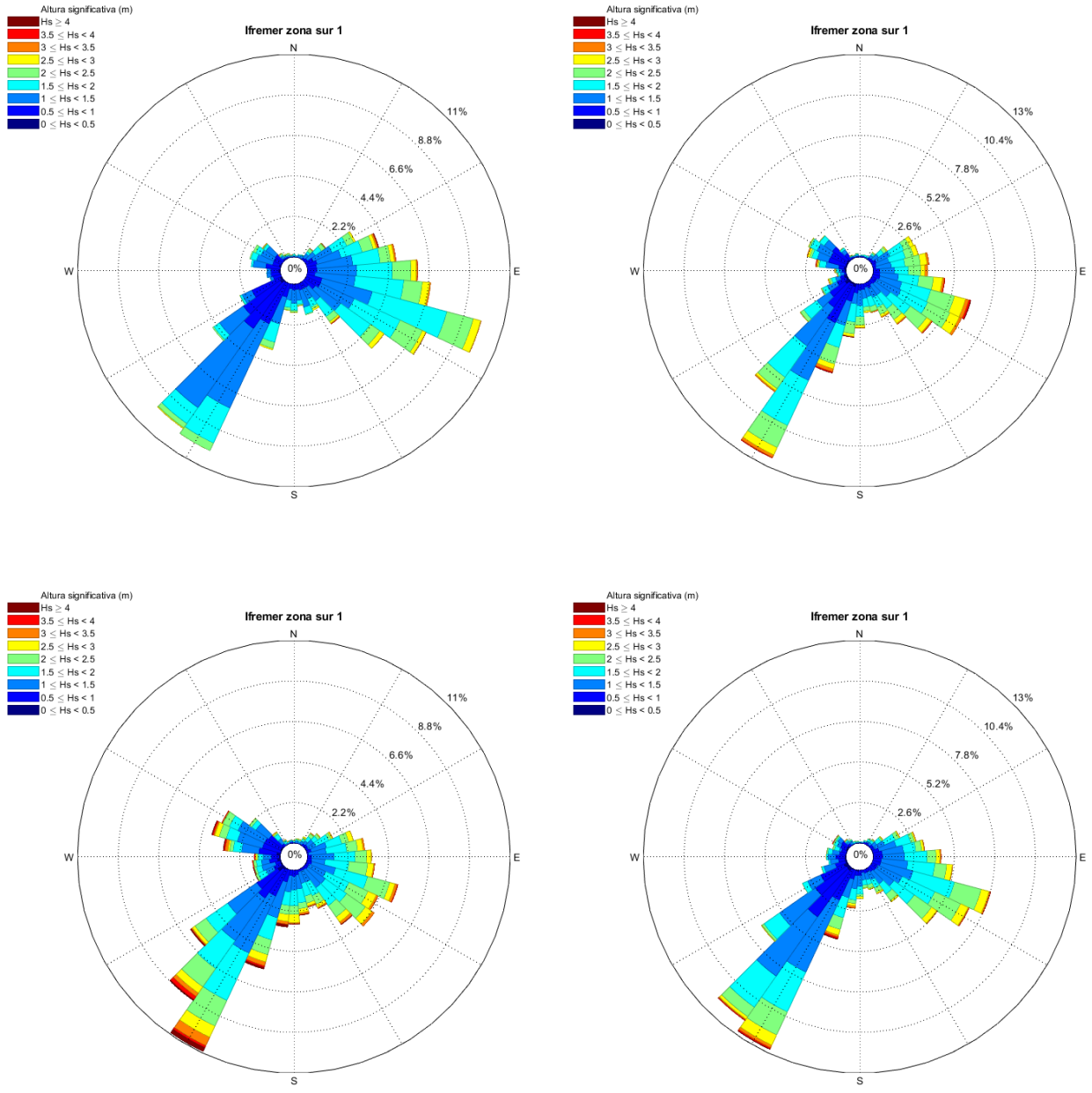


Figura 48. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1, hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

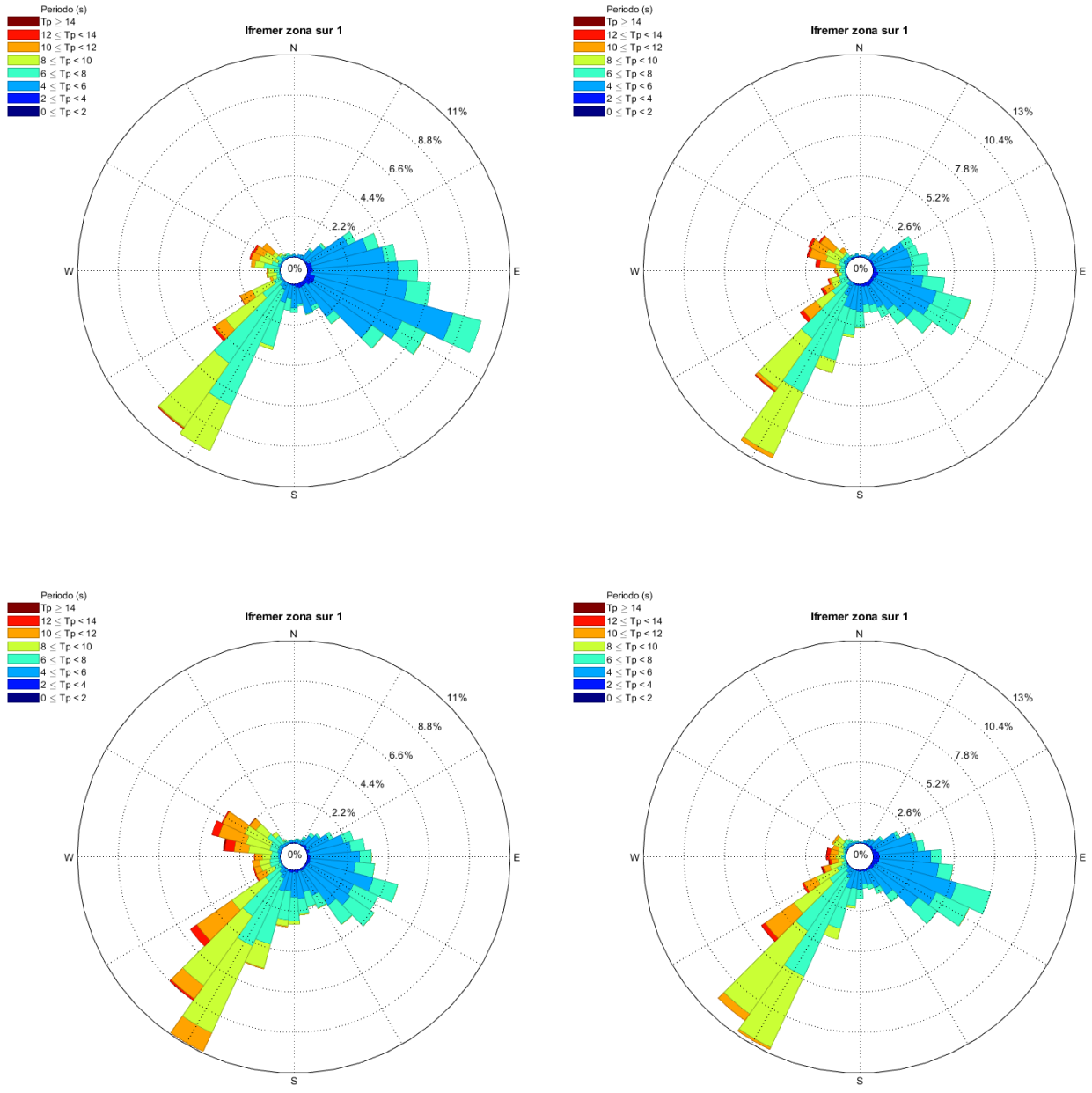


Figura 49. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 1, tp dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

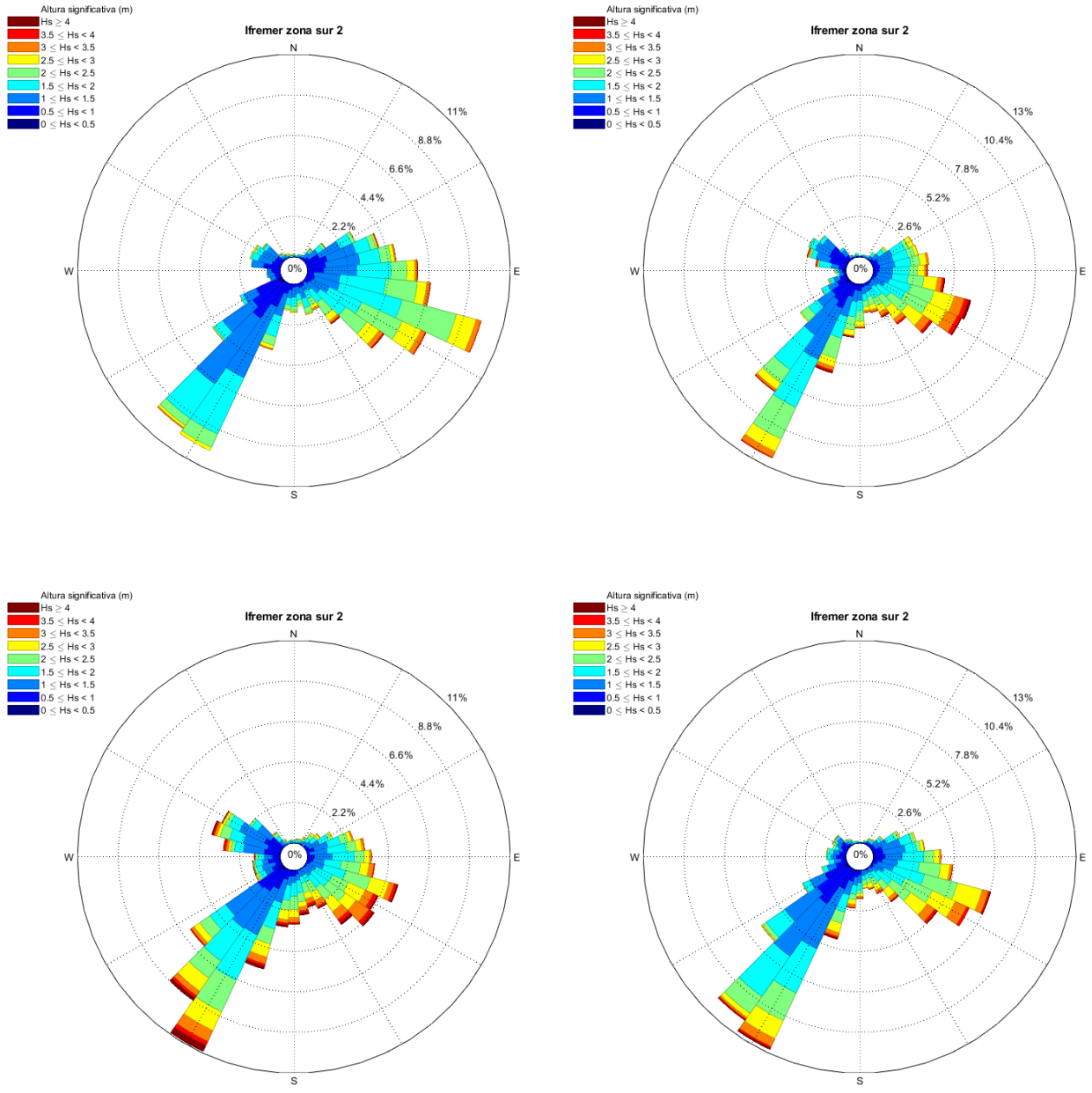


Figura 50. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2, hs dividida por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

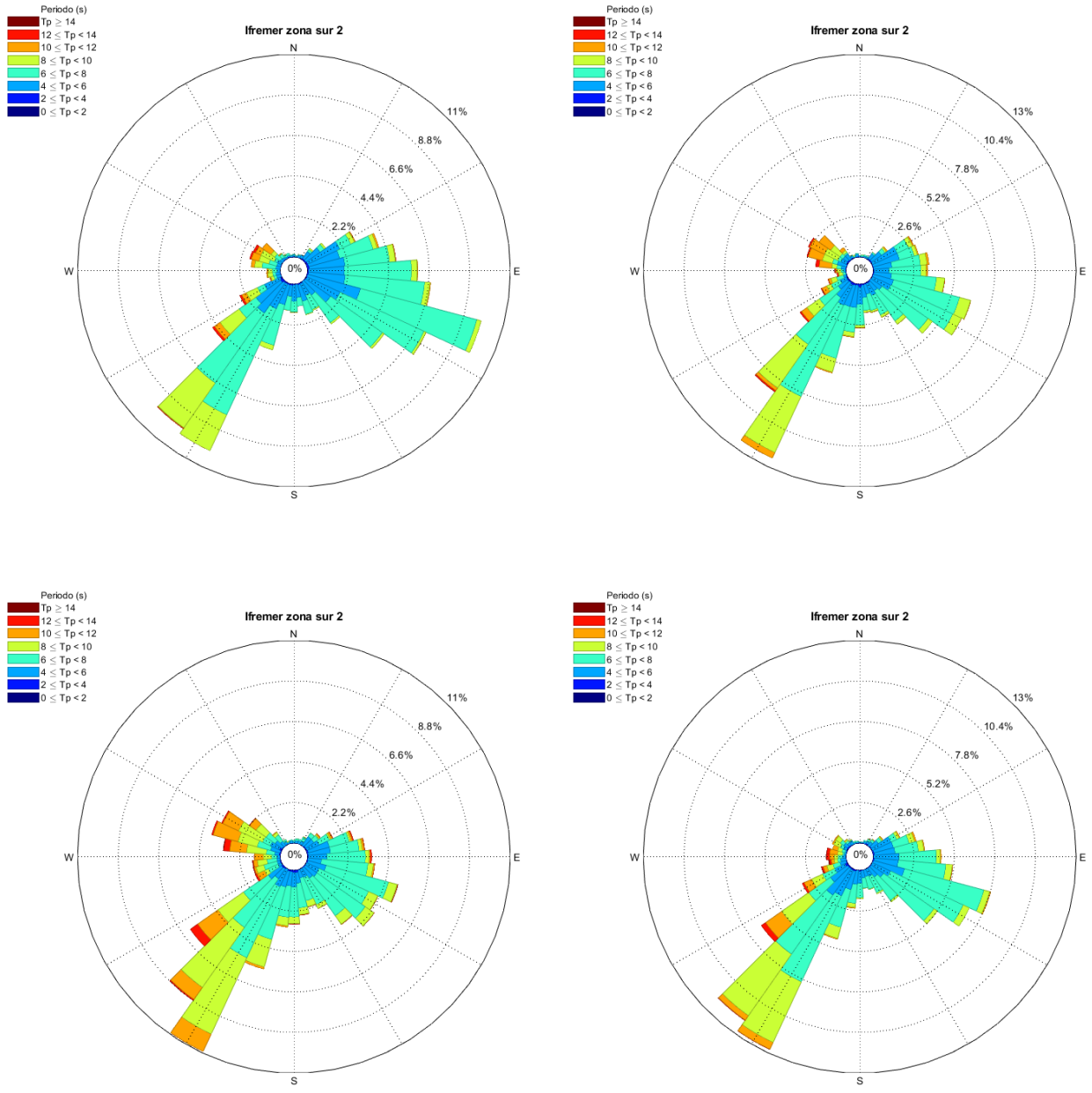


Figura 51. Distribución direccional del oleaje para el nodo IFREMER 2, tp dividido por estación, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

3.2.6 Parámetros físico-químicos del agua de mar

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 favorece 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 acuerdo a lo presentado en el Apartado 3.2.2, la región austral de la patagonia recibe aguas de origen subantártico que ingresan a la plataforma por dos vías: el estrecho de Le Marie (entre la Isla Grande Tierra del Fuego y la Isla de los Estados) y el sur de las Islas Malvinas. Por otro lado, existen pequeñas descargas continentales que aportan agua dulce y una fuente de agua de baja salinidad dada por el flujo que ingresa a través del estrecho de Magallanes.

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;

- 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), cuya presencia se hace sentir sobre la plataforma patagónica y el talud continental hasta latitudes cercanas a los 38°S donde conforma junto con la Corriente de Brasil la Convergencia Subtropical (Riccialdelli et al., 2014).

La caracterización de parámetros tales como el oxígeno disuelto y los nutrientes, así como del fitoplancton y la clorofila, se presenta en el apartado 4 MEDIO BIÓTICO.

3.3 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. Estos vientos alcanzan su máxima intensidad entre los 40º y los 50º de latitud en ambos hemisferios, lo que ha dado origen a la denominación de "los 40 bramadores" en la terminología empleada por los marinos.

La intensidad de los Vientos del Oeste cumple un ciclo de debilitamiento en las estaciones cálidas (con un mínimo en verano) y de fortalecimiento en las estaciones frías (con un máximo en invierno), 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.

La plataforma continental argentina está dominada por aguas de origen subantártico diluidas por los aportes fluviales y el balance evaporación-precipitación, por lo que pueden diferenciarse regiones con masas de aguas de diferentes salinidades (Perillo y Kostadinoff, 2005; Piola et al., 2010). Las temperaturas medias del agua en verano e invierno se presentan en la Figura 52.

La Figura 52 muestra las temperaturas medias del aire en superficie para los meses de enero y julio respectivamente (Höflich, 1984). Éstas exhiben rasgos similares a las del mar. Las isohietas son relativamente paralelas y el gradiente térmico horizontal es mayor en verano que en invierno.

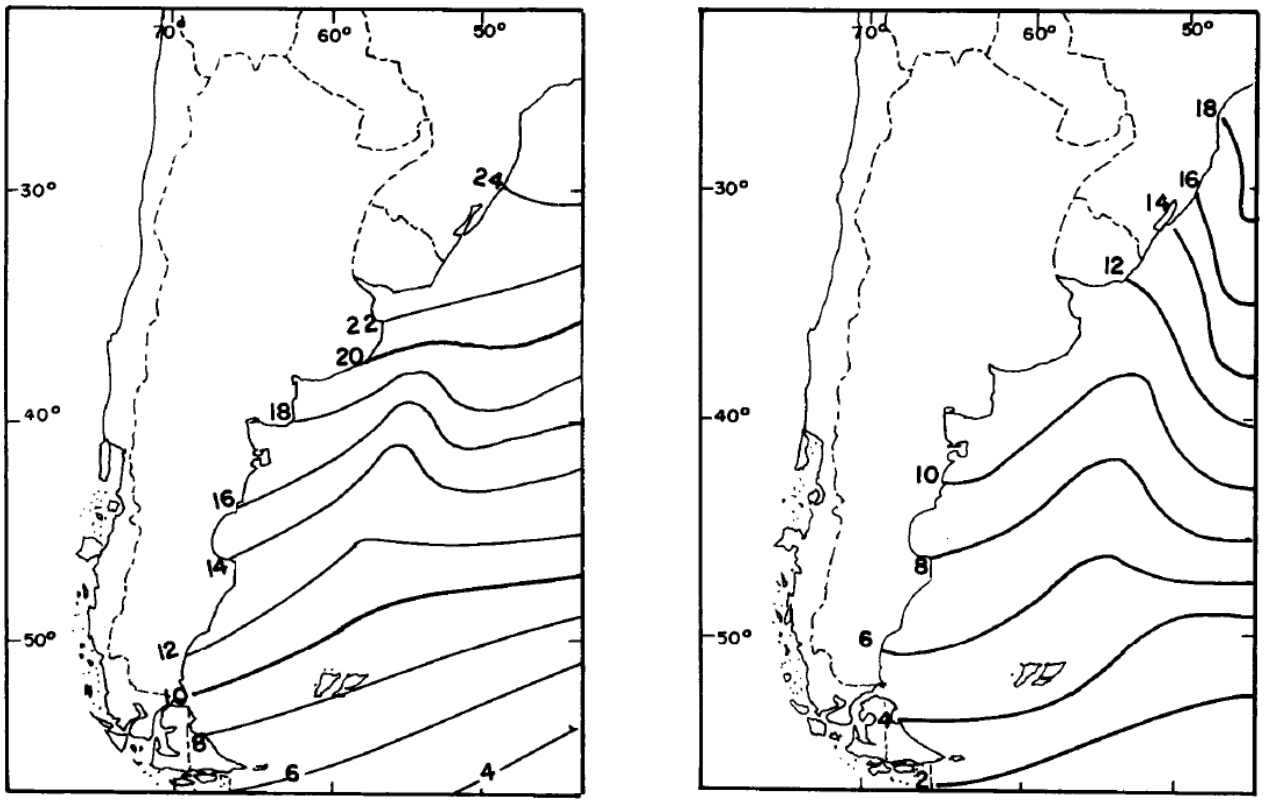


Figura 52. Temperatura de la superficie del mar (ºC) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

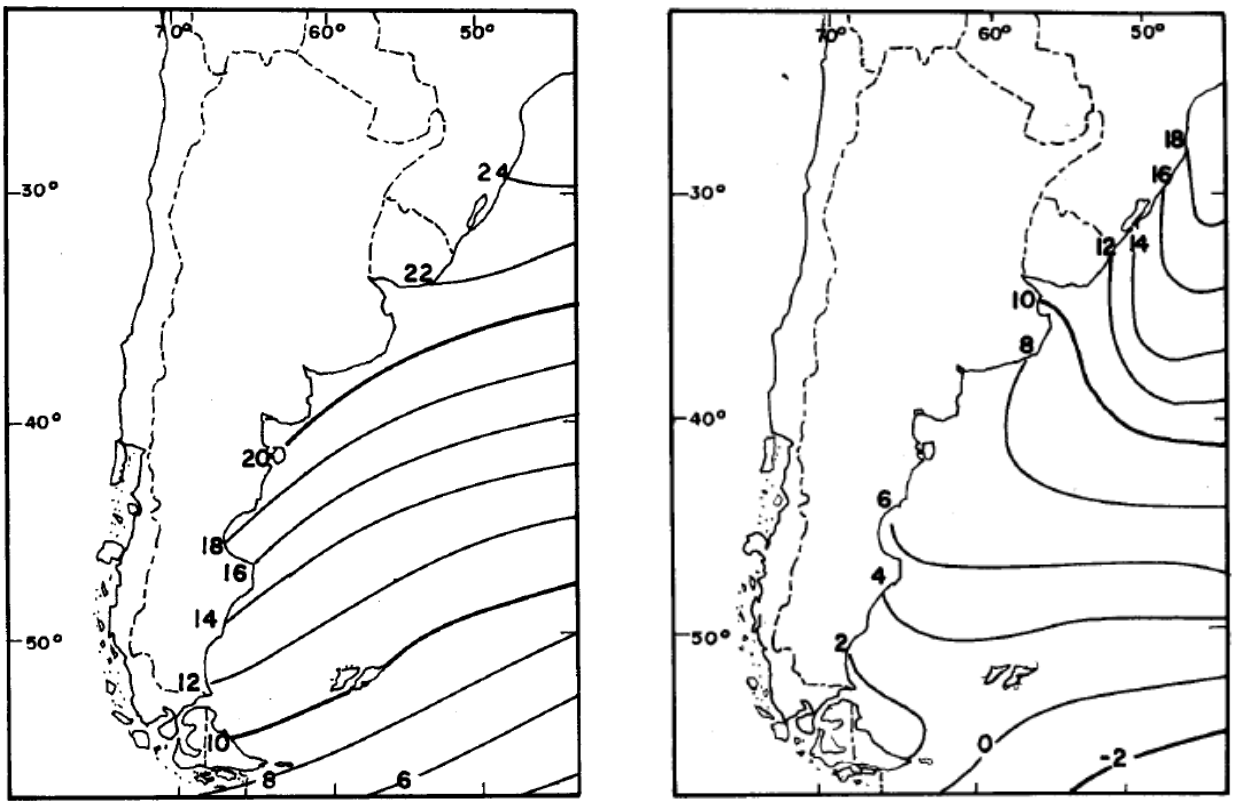


Figura 53. Temperatura del aire en superficie (ºC) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

La diferencia de temperaturas entre el mar y el aire (T_{mar} -T_{aire}) es un indicador importante de la estabilidad del aire en zonas marinas. Valores positivos indican una estratificación inestable que estimula la turbulencia atmosférica y el flujo de calor desde el mar a la atmósfera, pues el aire se calienta y absorbe vapor de agua. Este calor y humedad se propagan rápidamente hacia capas más altas de la atmósfera produciéndose la formación de nubes, precipitación, etc. Valores negativos muestran una estratificación estable e indican que la atmósfera está siendo enfriada. Pero este enfriamiento no se propaga con la misma rapidez ni alcanza capas muy altas de la atmósfera, produciéndose en algunos casos formación de nieblas o nubosidad del tipo *stratus*. Esta diferencia de temperatura, aunque pequeña, es responsable de la generación de procesos atmosféricos que afectan en parte el desarrollo de los sistemas de tiempo sobre el mar. Uno de los ejemplos más característicos es la formación de nieblas marinas. Sobre el mar epicontinental argentino la atmósfera transfiere calor al mar durante la estación estival. En invierno, en cambio, se invierte el flujo de calor y el mar le transfiere calor a la atmósfera (Boschi, 1997).

Las escasas precipitaciones anuales en la Patagonia, inferiores a 250 mm, caracterizan también el sector occidental del Mar Argentino hasta una distancia de 150 km a 200 km de la costa; a partir de allí las precipitaciones aumentan hacia el este hasta unos 700 mm por año sobre la corriente de Malvinas y decrecen en las mismas Islas Malvinas (600 mm a 650 mm). En el mismo sentido aumenta también la frecuencia de la precipitación (Boschi, 1997).

La humedad del aire puede obtenerse de diferentes maneras. Una de ellas es la presión de vapor que se define como la presión de saturación del vapor de agua a una temperatura dada. Esta variable nos indica el grado de saturación de la atmósfera. Debido a que siempre existe evaporación sobre los mares, la saturación sólo puede ser reducida por intercambio vertical con aire relativamente más seco. Entonces, la humedad relativa en el mar representa un balance entre evaporación y el intercambio vertical de vapor de agua (Boschi, 1997).

La nubosidad se refiere al porcentaje de cielo cubierto por nubes considerando todos los tipos de nubes presentes. En enero, la nubosidad alcanza su valor mínimo, del orden del 40% de cielo cubierto en el sector marítimo comprendido entre Mar del Plata y la Península de Valdés; hacia el sur aumenta a 50% a los 30°S y a 80% a los 55°S. En julio, la nubosidad media varía entre 55% a los 30°S, 60% a la altura de San Clemente del Tuyú y 70% en latitudes de Tierra del Fuego e Islas Malvinas (Boschi, 1997).

La presión atmosférica puede ser considerada como el peso del aire por unidad de área sobre la altura, y en un nivel determinado varía con el lugar y con el tiempo. Las variaciones horizontales de la presión son muchos menores que las verticales; sin embargo, pequeñas variaciones horizontales de presión son de una importancia fundamental para la dirección y velocidad del viento.

En los mapas de la Figura 54 se muestran los valores medios de presión para los meses de enero y julio y se observa que tanto en verano como en invierno el anticiclón subtropical domina la región hacia las latitudes bajas. En verano, el centro del anticiclón se ubica aproximadamente a 30ºS y su valor supera los 1020 hPa, mientras que en invierno se desplaza hacia el norte, aproximadamente a 25ºS, con un valor superior a 1024 hPa. En ambos meses, la posición del centro se encuentra alejada de la costa sudamericana, alcanzando aproximadamente el meridiano de 10ºO en invierno (posición más cercana) y el de 5ºO en verano (Boschi, 1997).

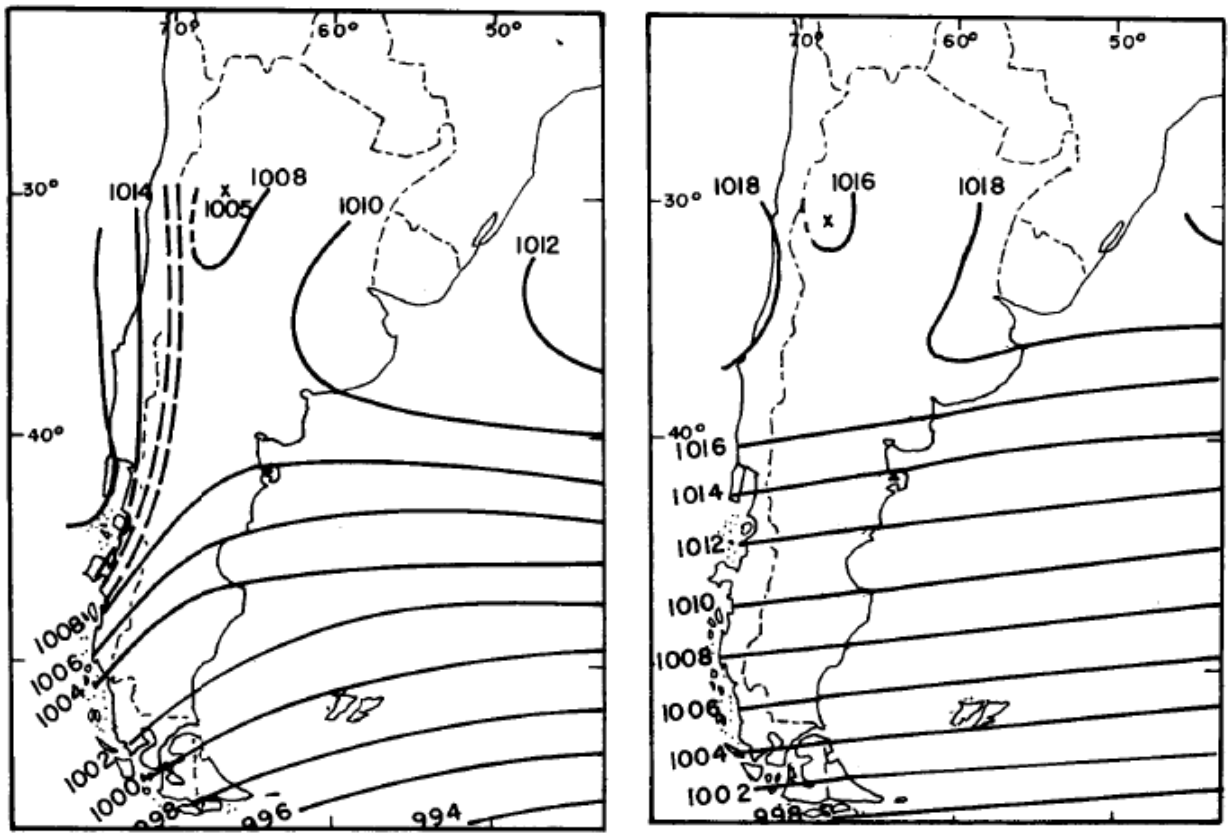


Figura 54. Presión de superficie (hPa) correspondientes a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

Para el viento en superficie, Boschi (1997) encontró que las isotajas presentan direcciones aproximadamente paralelas a la costa, de modo que sobre el Mar Argentino la velocidad del viento aumenta tanto hacia el este como hacia el sur, alcanzando valores muy altos en latitudes del sur de la Patagonia y Tierra del Fuego, así como en el área de las islas Malvinas, del orden de 8 m/s en enero y 10 m/s en julio.

El curso casi equidistante y paralelo de la isotajas (Figura 55) se manifiesta también en el caso de isolíneas de frecuencia del viento fuerte y de vendaval (Figura 56). Se define vendaval cuando el viento supera un valor de 8 de la escala Beaufort. El aumento hacia el este de las precipitaciones, la presión atmosférica y la velocidad del viento se debe al incremento de los procesos ciclogenéticos en la misma dirección; sus mayores valores en julio corresponden a la mayor intensidad de la circulación de los vientos del oeste y a la mayor frecuencia de sus perturbaciones en esta estación del año (Boschi, 1997).

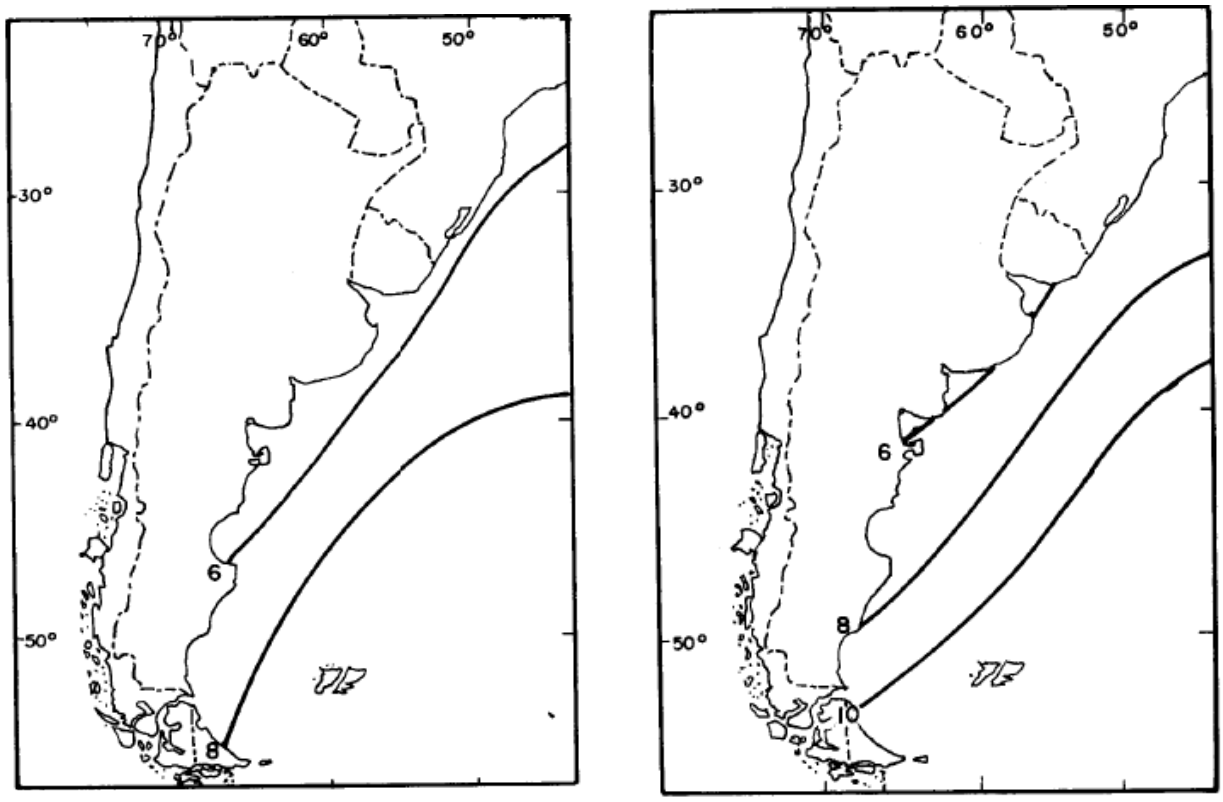


Figura 55. Velocidad media del viento (m/s) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

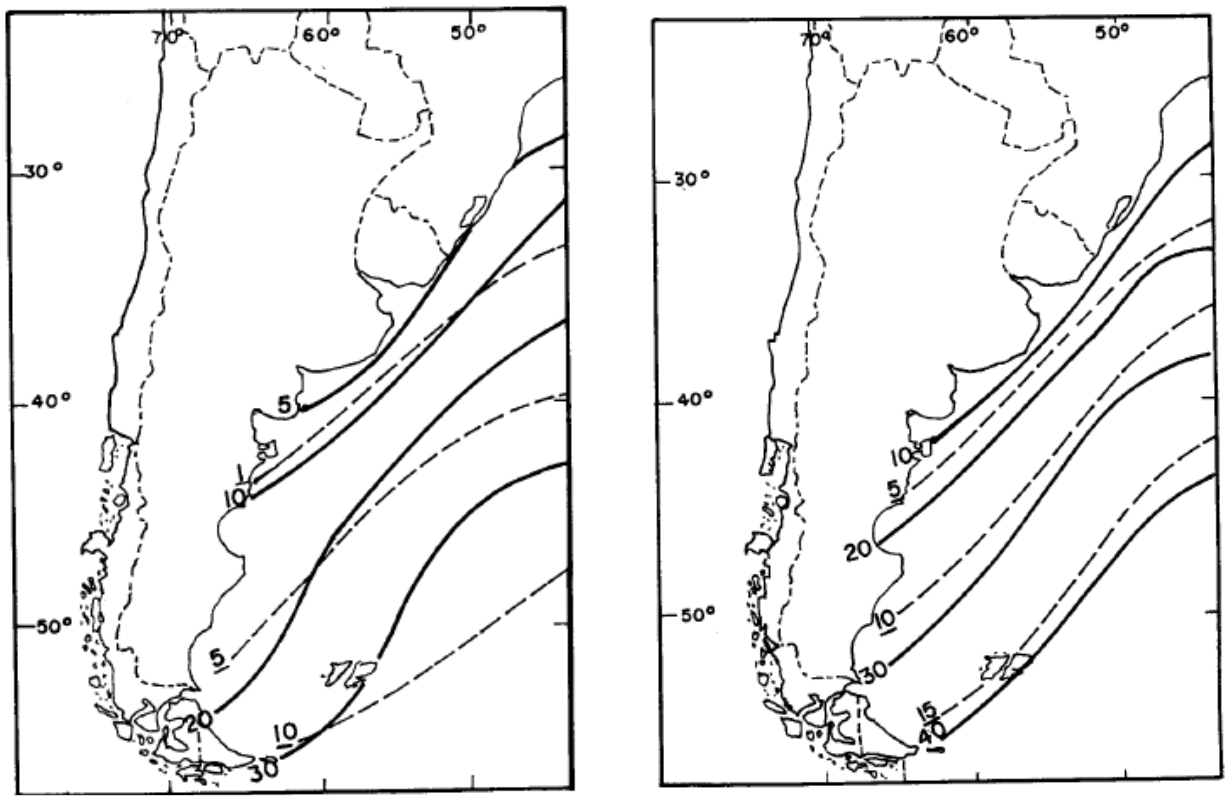


Figura 56. Frecuencia del viento fuerte (>6 en escala Beaufort, línea llena) y vendaval (>8 Beaufort, línea punteada) correspondiente a los meses de enero (izquierda) y julio (derecha). Fuente: Boschi (1997).

La climatología general de la zona de interés del proyecto puede describirse a través de las estadísticas generadas por el Servicio Meteorológico Nacional de la Argentina (SMN) para la estación Río Grande Aero ubicada en Tierra del Fuego (53,48°S; 67,45°O). Los valores de los diferentes parámetros correspondientes a la última estadística decenal disponible (años 2001-2010) se presenta en la Tabla 11, la Tabla 12, la Tabla 13, la Tabla 14 y la Tabla 15.

Tabla 11. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores medios.

VALORES MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
INTENSIDAD DE VIENTO (km/h)	29,1	27,2	25,3	23,4	19,8	17,4	18,0	20,6	21,9	26,6	28,1	29,6	23,9
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	32,0	30,9	28,8	26,8	23,3	22,1	27,7	26,5	26,3	31,6	34,6	34,4	25,5
Año de ocurrencia	2009	2003	2001	2001	2009	2009	2003	2007	2004	2009	2001	2010	2007
MINIMO VALOR MEDIO	22,9	24,3	21,7	19,1	14,2	13,8	14,6	14,9	16,3	20,2	22,2	21,9	21,8
Año de ocurrencia	2006	2010	2004	2004	2002	2008	2001	2002	2008	2004	2005	2003	2002
PRESION A NIVEL DE LA ESTACION (hPa)	995,9	998,8	998,4	997,1	1000,8	998,6	1002,1	1001,8	1003,9	997,5	996,4	996,1	999,0
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	999,6	1007,2	1003,0	1005,2	1010,8	1002,7	1005,9	1006,9	1010,2	1004,5	1005,0	1002,2	1000,5
Año de ocurrencia	2008	2004	2008	2003	2004	2002	2001	2002	2008	2001	2004	2005	2005
MINIMO VALOR MEDIO	990,3	991,0	992,8	994,1	992,5	993,4	996,0	996,7	994,6	991,7	991,6	989,9	996,3
Año de ocurrencia	2010	2001	2006	2008	2005	2004	2003	2009	2004	2009	2009	2010	2009
PRESION A NIVEL DEL MAR (hPa)	998,5	1001,3	1000,9	999,7	1003,4	1001,2	1004,8	1004,4	1006,5	1000,1	999,0	998,7	1001,5
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	1002,2	1009,9	1005,6	1007,9	1013,5	1005,4	1008,3	1009,2	1012,9	1007,0	1007,6	1004,9	1003,2
Año de ocurrencia	2007	2004	2008	2003	2004	2006	2005	2002	2008	2005	2004	2005	2005
MINIMO VALOR MEDIO	992,9	993,3	995,4	996,6	995,2	996,1	998,7	999,4	997,3	994,4	994,3	992,5	999,0
Año de ocurrencia	2010	2001	2006	2002	2005	2004	2003	2009	2004	2009	2009	2010	2009
PRECIPITACION (mm)	51,0	35,7	32,7	36,9	29,6	34,4	28,3	27,2	23,0	26,0	34,3	40,3	399,4
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	108,9	57,6	86,1	63,5	55,7	91,0	53,6	91,1	59,3	74,4	132,0	81,4	537,9
Año de ocurrencia	2006	2001	2003	2007	2001	2006	2008	2009	2007	2002	2005	2003	2006
MINIMO VALOR	14,7	8,1	10,8	10,6	10,0	1,0	5,4	9,6	7,3	6,7	6,4	18,3	306,7
Año de ocurrencia	2009	2003	2001	2001	2002	2002	2004	2004	2008	2001	2009	2001	2004
NUBOSIDAD TOTAL (Octavos)	5,5	5,1	4,9	4,7	4,3	4,3	4,2	4,5	4,9	4,9	5,3	5,5	4,8
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	5,8	5,6	5,5	5,1	4,8	5,5	4,8	5,5	5,6	5,3	5,8	6,0	4,9
Año de ocurrencia	2006	2010	2008	2002	2003	2004	2008	2009	2007	2002	2001	2005	2002
MINIMO VALOR MEDIO	5,2	4,5	4,4	4,2	3,1	3,7	3,6	3,8	3,8	4,5	4,7	5,1	4,7
Año de ocurrencia	2005	2005	2001	2004	2002	2002	2001	2001	2004	2009	2008	2008	2001
TEMPERATURA (ºC)	10,9	10,6	8,2	5,5	2,6	0,3	0,3	1,7	3,8	6,0	7,9	10,1	5,7
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	12,0	12,9	9,6	6,2	4,8	3,1	2,7	2,6	4,9	6,9	8,8	11,2	6,5
Año de ocurrencia	2004	2004	2008	2003	2003	2004	2003	2004	2005	2008	2006	2008	2004
MINIMO VALOR MEDIO	9,9	9,1	6,1	4,5	-0,9	-2,6	-3,1	0,7	3,4	4,9	5,7	9,1	4,9
Año de ocurrencia	2003	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2001	2002	2009	2010	2002
TEMPERATURA MAXIMA (ºC)	15,9	15,8	13,5	10,2	6,7	3,3	3,4	5,4	8,5	11,1	12,7	15,2	10,1
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9
MAXIMO VALOR MEDIO	16,9	18,2	14,8	11,4	8,4	5,7	5,3	6,6	9,6	12,4	13,8	16,6	11,1
Año de ocurrencia	2004	2004	2008	2003	2006	2004	2003	2006	2005	2008	2006	2008	2004
MINIMO VALOR MEDIO	14,3	13,7	11,6	9,2	3,9	1,0	0,4	4,0	7,6	9,2	10,5	14,3	9,3
Año de ocurrencia	2003	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2002	2002	2009	2003	2002
TEMPERATURA MINIMA (ºC)	5,7	5,6	3,7	1,6	-0,9	-2,8	-2,8	-1,3	0,2	1,4	2,8	4,7	1,5
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	7,2	8,3	5,8	2,5	1,6	0,3	-0,1	-0,7	1,1	2,6	4,1	5,7	2,1
Año de ocurrencia	2004	2004	2008	2009	2003	2004	2003	2006	2007	2010	2010	2008	2004
MINIMO VALOR MEDIO	4,6	4,5	1,3	0,8	-4,6	-6,6	-6,7	-2,2	-1,2	0,4	0,9	3,7	0,6
Año de ocurrencia	2005	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2004	2004	2009	2010	2002
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (ºC)	8,7	8,5	6,6	4,3	1,8	-0,3	-0,5	0,8	2,6	4,1	5,6	7,7	4,1
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	9,5	10,9	7,8	5,2	3,8	2,4	1,8	1,6	3,3	5,2	6,5	8,6	5,0
Año de ocurrencia	2004	2004	2008	2003	2003	2004	2003	2004	2007	2006	2004	2002	2004
MINIMO VALOR MEDIO	8,2	7,1	4,7	3,0	-1,6	-3,4	-3,8	-0,1	2,0	2,8	3,3	5,7	3,6
Año de ocurrencia	2003	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2010	2009	2009	2010	2002
TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (ºC)	6,7	6,7	4,9	2,8	0,5	-1,5	-1,8	-0,6	0,8	1,7	2,9	5,2	2,4
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	7,7	9,4	6,2	3,9	2,5	1,4	0,7	0,2	2,1	3,4	4,3	6,5	3,3
Año de ocurrencia	2010	2004	2004	2003	2003	2004	2003	2003	2007	2006	2004	2002	2004
MINIMO VALOR MEDIO	5,7	5,0	3,0	1,1	-2,9	-5,5	-6,0	-1,4	-0,3	-0,6	0,0	1,8	1,6
Año de ocurrencia	2008	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2010	2009	2009	2010	2010

Tabla 12. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores medios (continuación).

VALORES MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TENSION DE VAPOR (hPa)	10,0	10,0	8,9	7,7	6,6	5,7	5,6	6,0	6,6	7,0	7,7	9,0	7,6
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	10,7	12,1	9,7	8,3	7,5	6,9	6,5	6,3	7,2	7,9	8,4	9,8	8,1
Año de ocurrencia	2010	2004	2004	2003	2003	2004	2003	2004	2007	2006	2004	2002	2004
MINIMO VALOR MEDIO	9,4	8,9	7,8	6,8	5,1	4,4	4,4	5,6	6,1	5,9	6,2	7,1	7,1
Año de ocurrencia	2008	2010	2002	2008	2002	2002	2001	2008	2010	2009	2009	2010	2010
HUMEDAD RELATIVA (%)	77,0	78,1	80,7	83,6	86,6	88,4	87,0	86,0	82,2	76,0	72,4	73,0	80,9
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	84,6	80,8	86,7	87,3	92,0	91,3	90,5	90,6	87,9	81,0	76,1	77,5	82,9
Año de ocurrencia	2010	2004	2003	2002	2001	2005	2007	2002	2007	2002	2004	2003	2007
MINIMO VALOR MEDIO	71,9	74,1	77,8	77,7	81,7	82,0	82,3	80,4	77,2	67,9	65,5	62,5	77,3
Año de ocurrencia	2008	2008	2010	2005	2010	2002	2001	2010	2009	2010	2010	2010	2010
HELIOFANIA EFECTIVA (horas)	6,1	5,8	5,1	4,2	3,3	2,3	2,8	3,6	4,5	6,0	6,5	6,2	4,7
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	8,1	7,3	6,8	5,0	4,4	3,2	3,5	4,3	6,1	6,9	7,7	8,9	5,3
Año de ocurrencia	2009	2009	2004	2003	2008	2009	2009	2005	2004	2009	2008	2008	2001
MINIMO VALOR MEDIO	3,5	3,8	4,0	3,4	2,4	0,5	1,6	2,6	3,5	5,2	5,6	3,7	4,0
Año de ocurrencia	2006	2003	2006	2002	2005	2004	2004	2002	2007	2007	2009	2005	2006
HELIOFANIA RELATIVA (%)	37,2	39,6	40,9	41,1	40,7	32,1	35,7	37,3	38,5	42,3	40,7	36,8	38,6
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR MEDIO	49,4	50,3	55,2	49,2	54,9	45,0	45,1	44,5	50,6	49,3	48,1	52,9	43,4
Año de ocurrencia	2009	2009	2004	2003	2008	2009	2009	2005	2004	2009	2008	2008	2001
MINIMO VALOR MEDIO	21,7	26,5	32,3	33,6	29,2	6,5	19,9	26,9	29,5	37,1	34,7	21,8	33,5
Año de ocurrencia	2006	2003	2006	2002	2005	2004	2004	2002	2007	2010	2009	2005	2006

Tabla 13. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Valores extremos.

VALORES EXTREMOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Anual Día	Anual Mes	Anual Año
Presión a nivel estación (hPa)															
Máximo	1018,5	1024,4	1030,6	1029,4	1032,0	1031,3	1038,9	1029,8	1030,6	1028,6	1029,0	1026,1	1038,9		
Día Año	31 2005	22 2006	29 2003	30 2007	27 2007	15 2005	18 2009	16 2007	13 2003	28 2005	10 2004	2 2008	18	JUL	2009
Mínimo	963,7	956,5	962,0	968,0	968,6	962,0	965,8	966,2	952,1	958,5	969,2	967,6	952,1		
Día Año	16 2009	9 2010	2 2001	13 2007	1 2005	23 2010	11 2006	23 2002	17 2004	23 2003	20 2010	9 2010	17	SET	2004
Temperatura Máxima (ºC)															
Máximo	24,2	26,0	22,4	18,9	14,5	11,0	10,9	12,8	17,5	20,0	23,4	23,0	26,0		
Día Año	28 2009	6 2004	6 2003	9 2010	1 2006	11 2009	27 2003	9 2003	28 2009	28 2003	2 2003	27 2005	6	FEB	2004
Mínimo	10,0	9,9	7,0	1,1	-0,5	-5,4	-6,1	-1,9	2,0	4,1	5,4	8,8	-6,1		
Día Año	29 2010	7 2010	20 2008	30 2007	25 2002	24 2002	8 2001	11 2001	17 2006	2 2010	11 2009	8 2005	8	JUL	2001
Temperatura Mínima (ºC)															
Máximo	12,8	14,9	13,5	8,6	7,0	5,9	3,8	4,1	6,2	7,2	9,0	10,5	14,9		
Día Año	26 2009	22 2004	10 2009	29 2001	9 2001	12 2009	25 2003	4 2006	25 2007	26 2006	8 2006	5 2008	22	FEB	2004
Mínimo	-2,3	-1,7	-5,0	-7,0	-11,4	-15,1	-15,5	-9,5	-9,4	-6,7	-5,7	-2,0	-15,5		
Día Año	19 2007	27 2002	7 2002	21 2010	28 2007	7 2002	21 2001	11 2007	18 2006	27 2004	9 2009	17 2010	21	JUL	2001
Temperatura Bulbo Húmedo (ºC)															
Máximo	17,4	19,5	17,3	14,4	11,4	9,8	8,5	9,7	11,5	12,7	14,5	16,1	19,5		
Día Año	28 2009	27 2004	6 2003	9 2010	1 2006	11 2009	27 2003	21 2004	24 2008	30 2001	30 2008	27 2005	27	FEB	2004
Mínimo	-2,3	-2,2	-5,4	-7,1	-11,3	-17,0	-17,5	-10,0	-9,1	-6,4	-5,5	-2,3	-17,5		
Día Año	19 2007	27 2002	30 2002	21 2010	28 2007	7 2002	21 2001	11 2007	18 2006	27 2004	5 2009	17 2010	21	JUL	2001
Tensión de Vapor (hPa)															
Máximo	16,7	19,5	17,6	15,0	12,0	11,5	9,8	10,8	11,8	11,8	14,0	15,3	19,5		
Día Año	27 2010	27 2004	6 2008	4 2007	8 2008	11 2009	22 2005	21 2004	29 2001	30 2001	30 2008	28 2005	27	FEB	2004
Mínimo	4,5	4,8	3,1	2,9	1,6	0,2	0,1	2,2	2,5	2,7	3,1	3,7	0,1		
Día Año	23 2008	27 2002	30 2002	23 2005	27 2002	3 2002	21 2001	10 2001	18 2006	13 2009	12 2009	11 2010	21	JUL	2001
Humedad Relativa (%)															
Máximo	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Día Año	13 2001	1 2002	13 2001	1 2002	6 2001	16 2001	9 2001	1 2001	8 2001	4 2001	1 2001	3 2001	13	ENE	2001
Mínimo	20	35	41	37	48	10	5	42	31	21	28	32	5		
Día Año	23 2008	28 2008	26 2005	12 2008	2 2010	3 2002	21 2001	13 2006	22 2003	18 2009	28 2007	6 2010	21	JUL	2001
Temperatura de Rocío (ºC)															
Máximo	14,7	17,1	15,5	12,9	9,5	9,0	6,5	8,0	9,3	9,5	12,0	13,4	17,1		
Día Año	27 2010	27 2004	6 2008	4 2007	8 2008	11 2009	27 2003	21 2004	29 2001	30 2001	30 2008	28 2005	27	FEB	2004
Mínimo	-4,4	-3,2	-8,4	-9,3	-16,2	-39,1	-47,0	-12,5	-11,1	-10,3	-9,0	-6,5	-47,0		
Día Año	23 2008	27 2002	30 2002	23 2005	27 2002	3 2002	21 2001	10 2001	18 2006	13 2009	12 2009	11 2010	21	JUL	2001
Precipitación diaria (mm)															
Máximo	24,0	34,0	19,0	20,0	17,0	26,0	17,0	15,0	30,0	22,0	60,0	29,0	60,0		
Día Año	5 2006	4 2001	26 2003	16 2007	2 2007	29 2006	15 2008	15 2009	9 2007	15 2003	22 2005	29 2002	22	NOV	2005
Viento															
dd: grados ff: km/h															
Máximo	WSW /106	WNW /115	W /119	WSW /111	W /111	WNW / 91	W /106	W /102	W /107	W /120	WNW /100	WNW /119	W /120		
Día Año	25 2001	1 2007	2 2001	23 2008	8 2006	16 2009	13 2006	21 2001	27 2007	9 2005	21 2010	12 2007	9	OCT	2005

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Tabla 14. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Número medio de días.

NÚMERO MEDIO DE DÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VIENTO FUERTE (V>=43 km/h)	21,3	17,2	17,7	14,4	10,2	7,5	7,2	11,2	11,6	18,7	20,3	23	180,3
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	28	22	25	20	16	14	12	19	14	26	28	29	221
Año de ocurrencia	2002	2007	2001	2009	2009	2009	2003	2007	2009	2009	2001	2010	2009
MINIMO VALOR	14	12	13	9	4	3	5	5	6	11	12	8	145
Año de ocurrencia	2006	2004	2004	2003	2001	2008	2004	2002	2002	2004	2004	2003	2004
TORMENTA	0,7	0,6	0,4	0,3	0	0	0,1	0,4	0,3	1,6	2,5	1,2	8,1
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	2	2	2	1	0	0	1	1	1	5	8	4	17
Año de ocurrencia	2005	2002	2007	2001	2001	2001	2003	2002	2001	2009	2009	2005	2009
MINIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Año de ocurrencia	2003	2004	2001	2003	2001	2001	2001	2001	2003	2001	2004	2001	2006
VENTISCA ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Año de ocurrencia	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2009	2001	2001	2001	2001	2009
MINIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año de ocurrencia	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001
VENTISCA BAJA	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,2
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Año de ocurrencia	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2009	2009	2001	2001	2001	2001	2009
MINIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año de ocurrencia	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001
PRECIPITACION > 0.1 MM	13,1	9,9	8,7	9,6	7,6	7,7	7,8	8,1	8,4	7,5	8,1	10,8	107,3
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	24,0	16,0	16,0	13,0	12,0	15,0	10,0	17,0	14,0	15,0	15,0	17,0	134,0
Año de ocurrencia	2003	2001	2003	2002	2003	2004	2007	2009	2002	2002	2005	2007	2007
MINIMO VALOR	6,0	2,0	5,0	4,0	3,0	1,0	3,0	4,0	4,0	2,0	4,0	5,0	90,0
Año de ocurrencia	2009	2005	2005	2003	2002	2002	2004	2001	2008	2001	2006	2009	2008
CIELO CUBIERTO	13,2	9,6	9,7	7,4	7,9	8,2	8,4	9,5	11,2	9,2	11,7	13	119
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	16	12	16	11	11	13	11	17	18	12	17	18	133
Año de ocurrencia	2006	2003	2008	2002	2006	2004	2002	2002	2007	2002	2001	2005	2006
MINIMO VALOR	9	6	5	5	3	3	7	4	5	5	6	9	105
Año de ocurrencia	2004	2005	2001	2001	2002	2002	2001	2003	2004	2008	2007	2008	2004
CIELO CLARO	0,2	0,9	2,4	2,5	5,6	5,9	7	5,7	3,6	2,1	0,9	0,4	37,2
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	1	3	6	5	10	9	10	10	6	3	4	2	45
Año de ocurrencia	2003	2003	2010	2003	2002	2003	2001	2001	2004	2004	2008	2008	2001
MINIMO VALOR	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0	29
Año de ocurrencia	2001	2002	2002	2001	2005	2004	2003	2009	2006	2002	2001	2002	2005
NIEBLA	1,4	1,8	2,5	2	5,3	7,2	6,2	5,4	5,9	3,8	2,1	1,4	45
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	3	7	6	4	10	12	11	10	11	9	5	6	62
Año de ocurrencia	2005	2004	2003	2002	2004	2005	2002	2009	2002	2004	2005	2004	2004
MINIMO VALOR	0	0	0	0	2	2	4	2	1	2	0	0	30
Año de ocurrencia	2003	2003	2009	2005	2010	2009	2003	2010	2009	2002	2007	2002	2009
TEMPESTAD DE POLVO O ARENA	0,3	0,8	0,9	0,5	0,1	0	0	0	0,2	0,2	0	0,4	3,4
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	2	5	4	5	1	0	0	0	1	2	0	2	14
Año de ocurrencia	2002	2005	2001	2001	2002	2001	2001	2001	2006	2001	2001	2001	2001
MINIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año de ocurrencia	2003	2001	2004	2002	2001	2001	2001	2001	2001	2002	2001	2002	2004
HELADA	0,5	1,1	3,8	9,2	18,2	22,8	24,2	20,7	13,3	9,5	5,2	1	129,5
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	2	3	10	13	29	27	28	27	19	16	10	3	151
Año de ocurrencia	2005	2006	2002	2007	2002	2002	2001	2001	2001	2004	2009	2009	2001
MINIMO VALOR	0	0	0	5	8	13	16	16	9	3	2	0	104
Año de ocurrencia	2001	2001	2008	2009	2003	2004	2003	2006	2005	2006	2005	2001	2006
NIEVE	0,0	0,0	0,2	0,5	1,2	2,7	2,7	2,3	1,0	0,8	0,2	0,1	11,7
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	0,0	0,0	1,0	4,0	5,0	6,0	7,0	6,0	5,0	2,0	1,0	1,0	21,0
Año de ocurrencia	2001	2001	2002	2007	2002	2005	2007	2008	2006	2002	2005	2005	2007
MINIMO VALOR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Año de ocurrencia	2001	2001	2001	2001	2003	2001	2003	2006	2003	2001	2001	2001	2004
GRANIZO	0,5	0,3	0,3	0,2	0	0	0,1	0,3	0,2	1,3	3,3	1,1	7,6
Número de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MAXIMO VALOR	2	2	2	1	0	0	1	2	1	6	10	3	20
Año de ocurrencia	2005	2007	2007	2001	2001	2001	2003	2002	2002	2009	2009	2005	2009
MINIMO VALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Año de ocurrencia	2002	2001	2001	2002	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2004	2001	2004

Tabla 15. Estadística climatológica 2001-2010 para la estación Río Grande Aero del SMN. Velocidad media del viento y frecuencia por dirección.

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (KM/H) POR DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DE DIRECCIONES EN ESCALA DE 1000														
DIR	FREC./VEL.MED.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
N	Frecuencia	63	66	55	41	54	29	28	45	119	78	83	94	63
	Velocidad Media	23,0	21,8	21,2	20,1	20,4	22,8	18,4	20,8	18,2	22,7	22,2	24,1	21,4
NE	Frecuencia	37	35	48	28	32	34	42	42	56	54	49	46	42
	Velocidad Media	19,1	20,1	18,1	16,6	18,6	20,6	18,6	16,8	15,7	19,7	19,7	19,2	18,5
E	Frecuencia	21	20	36	25	19	34	37	47	40	37	36	20	31
	Velocidad Media	18,4	19,7	18,4	19,4	17,0	15,3	17,1	19,5	14,6	16,7	16,5	19,6	17,5
SE	Frecuencia	31	28	24	42	34	51	54	57	33	24	22	20	35
	Velocidad Media	20,2	19,7	17,3	17,4	12,3	13,6	12,4	16,5	15,1	14,6	17,9	20,3	15,9
S	Frecuencia	11	21	26	51	65	60	37	42	37	19	24	20	35
	Velocidad Media	18,4	14,1	14,5	14,7	10,3	10,2	10,6	10,4	13,6	16,4	16,6	18,9	12,9
SW	Frecuencia	297	289	233	251	226	326	332	197	182	184	268	276	255
	Velocidad Media	31,4	29,3	27,6	24,4	19,5	16,4	17,1	20,2	24,3	27,1	29,4	31,9	24,8
W	Frecuencia	390	344	336	334	320	231	261	226	253	328	322	338	307
	Velocidad Media	32,5	30,3	28,5	27,4	24,0	22,8	23,2	25,9	27,5	31,9	33,1	34,2	28,9
NW	Frecuencia	142	190	225	206	202	161	155	292	242	258	188	175	203
	Velocidad Media	27,2	27,0	26,5	24,4	23,4	23,0	22,1	23,7	24,6	27,8	29,5	28,7	25,6
Calma	Frecuencia	8	8	17	22	48	75	53	50	38	19	8	9	30

Por otro lado, también se realizó para la estación Río Grande el análisis estadístico de la serie histórica de vientos horarios (años 1994-2019) provista por el SMN (Figura 57 y Tabla 16).

Los vientos soplan preponderantemente del sector oeste, los más frecuentes están entre los 10 km/h y 40 km/h.

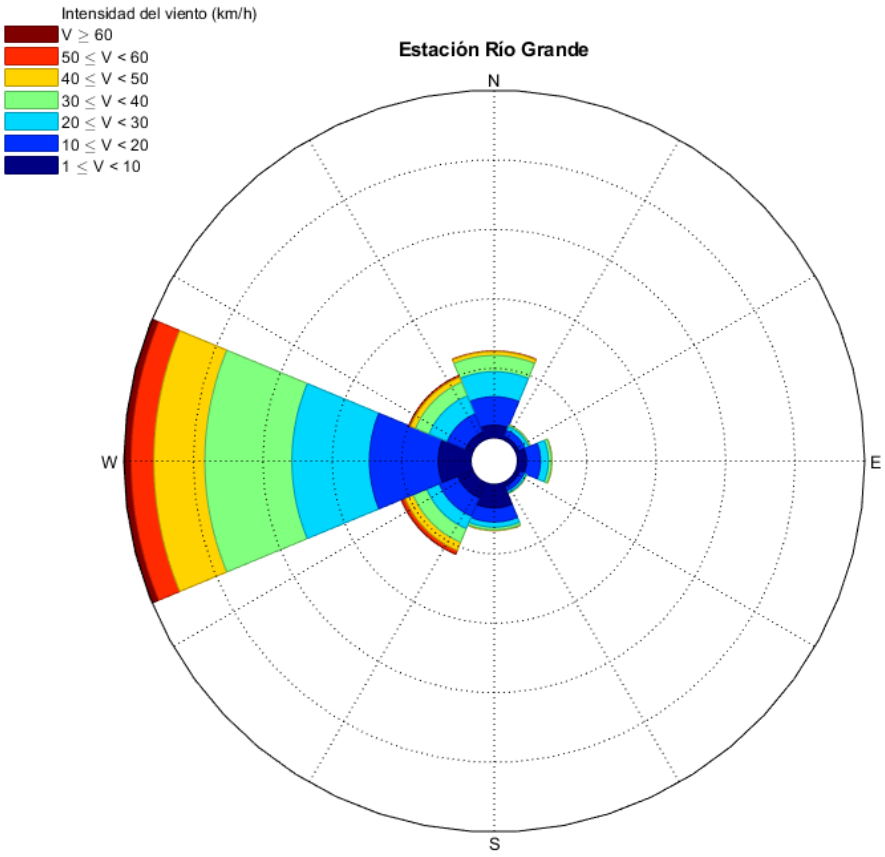


Figura 57. Distribución direccional de la velocidad del viento de la serie 1994-2019 de vientos horarios del SMN para la estación Río Grande.

Tabla 16. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 1994-2019 de vientos horarios del SMN para la estación Río Grande.

Dirección	Velocidad del viento (km/h)										Total
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60-70	70-80	80-90	>90	
N	9723	8481	7476	4838	1189	178	13	2	0	0	31900
NE	1005	1976	1232	505	66	11	0	0	0	0	4795
E	2701	4202	2361	904	161	14	0	0	0	0	10343
SE	1251	1400	682	253	41	11	0	0	0	0	3638
S	7051	4209	1580	785	202	34	5	0	1	0	13867
SW	4878	5969	4072	4411	2635	1016	177	45	6	3	23212
W	9846	20552	23179	26058	15252	6783	1408	329	60	13	103480
NW	2363	5896	5919	4362	1651	465	73	17	4	0	20750
Total	**38818**	**52685**	**46501**	**42116**	**21197**	**8512**	**1676**	**393**	**71**	**16**	**211985**

Dirección	Velocidad del viento (km/h)										Total
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60-70	70-80	80-90	>90	
N	4,6%	4,0%	3,5%	2,3%	0,6%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	15,0%
NE	0,5%	0,9%	0,6%	0,2%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	2,3%
E	1,3%	2,0%	1,1%	0,4%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	4,9%
SE	0,6%	0,7%	0,3%	0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	1,7%
S	3,3%	2,0%	0,7%	0,4%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0%	<0,1%	0%	6,5%
SW	2,3%	2,8%	1,9%	2,1%	1,2%	0,5%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	10,9%
W	4,6%	9,7%	10,9%	12,3%	7,2%	3,2%	0,7%	0,2%	<0,1%	<0,1%	48,8%
NW	1,1%	2,8%	2,8%	2,1%	0,8%	0,2%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,0%	9,8%
Total	**18,3%**	**24,9%**	**21,9%**	**19,9%**	**10,0%**	**4,0%**	**0,8%**	**0,2%**	**<0,1%**	**<0,1%**	**100%**

También se presenta el análisis de series de datos de vientos del proyecto IOWAGA (Integrated Ocean Waves for Geophysycal and other Applications), desarrollado por el instituto de investigación IFREMER (Francia). El proyecto utiliza los vientos provenientes de la base de ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts).

Los datos se encuentran organizados por mes y con un intervalo de tiempo de 3 horas. El tamaño de celda de la grilla de datos varía según la zona, desde la grilla de costa atlántica francesa con una resolución de 1/30° hasta la grilla GLOBAL con una resolución de 0,5°.

En la Figura 45 se muestra un mapa de las áreas AUS105, AUS106 Y MLO121 y de dos nodos IFREMER ubicados en la zona.

De estos nodos se extrajeron datos de intensidad y dirección del viento para los últimos 10 años completos (período 2009 a 2018).

El análisis estadístico se presenta en la Figura 58, en la Tabla 17 y en la Tabla 18.

El modelo muestra, para ambos nodos, que los vientos soplan preponderantemente del sector oeste, las velocidades más frecuentes están en el rango 5-12,5 m/s (18-45 km/h) y las máximas superan los 20 m/s (72 km/h).

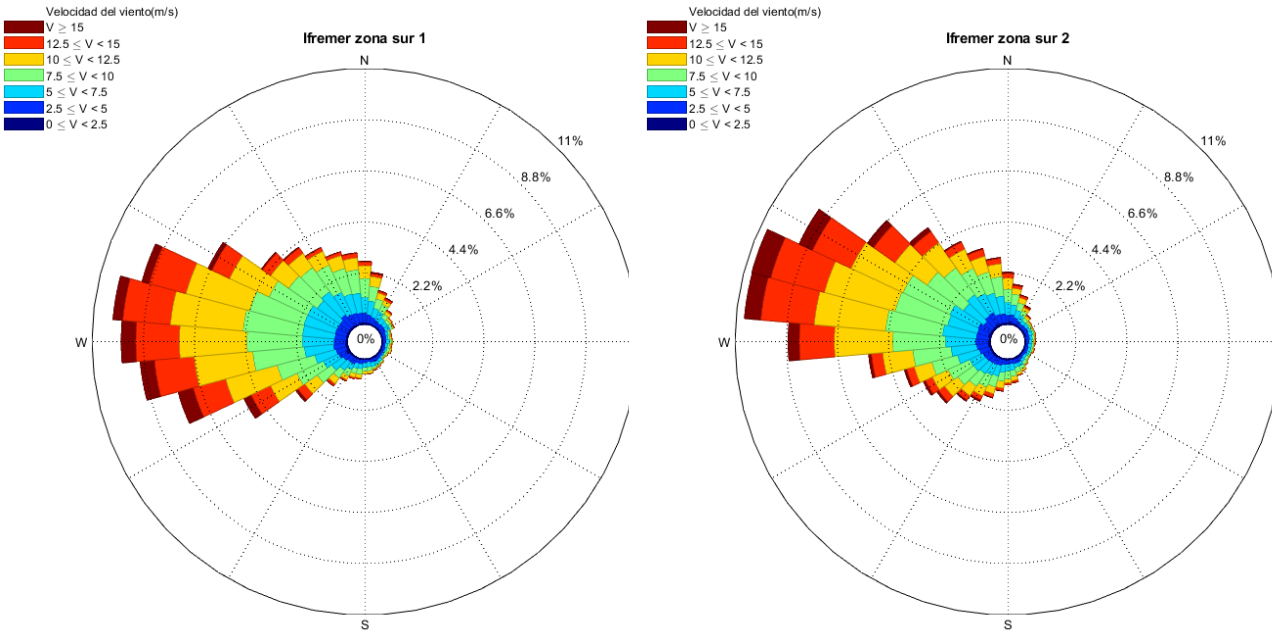


Figura 58. Rosas de los vientos para los nodos IFREMER 1 y 2, período 2009 a 2018.

Tabla 17. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 2009-2018 para el nodo IFREMER 1.

Dirección	Velocidad del viento (m/s)									Total
	0 - 2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	>20	
N	99	502	905	1063	624	191	44	12	0	3440
NE	71	270	347	274	158	73	20	4	1	1218
E	73	164	148	109	76	29	9	0	0	608
SE	78	165	136	100	64	29	1	1	0	574
S	63	174	284	232	156	49	14	1	0	973
SO	111	388	673	913	878	519	166	24	8	3680
O	102	661	1697	3041	3648	2358	613	113	4	12237
NO	99	658	1582	1946	1461	614	114	10	2	6486
Total	**696**	**2982**	**5772**	**7678**	**7065**	**3862**	**981**	**165**	**15**	**29216**

Dirección	Velocidad del viento (m/s)									Total
	0 - 2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	>20	
N	0,3%	1,7%	3,1%	3,6%	2,1%	0,7%	0,2%	<0,1%	0,0%	11,8%
NE	0,2%	0,9%	1,2%	0,9%	0,5%	0,2%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	4,2%
E	0,2%	0,6%	0,5%	0,4%	0,3%	<0,1%	<0,1%	0,0%	0,0%	2,1%
SE	0,3%	0,6%	0,5%	0,3%	0,2%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,0%	2,0%
S	0,2%	0,6%	1,0%	0,8%	0,5%	0,2%	<0,1%	<0,1%	0,0%	3,3%
SO	0,4%	1,3%	2,3%	3,1%	3,0%	1,8%	0,6%	<0,1%	<0,1%	12,6%
O	0,3%	2,3%	5,8%	10,4%	12,5%	8,1%	2,1%	0,4%	<0,1%	41,9%
NO	0,3%	2,3%	5,4%	6,7%	5,0%	2,1%	0,4%	<0,1%	<0,1%	22,2%
Total	**2,4%**	**10,2%**	**19,8%**	**26,3%**	**24,2%**	**13,2%**	**3,4%**	**0,6%**	**<0,1%**	**100,0%**

Tabla 18. Análisis estadístico direccional (arriba: número eventos, abajo: %) de la serie 2009-2018 para el nodo IFREMER 2.

Dirección	Velocidad del viento (m/s)									Total
	0 - 2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	>20	
N	99	437	780	804	565	254	64	10	0	3013
NE	82	223	245	181	136	56	21	8	1	953
E	68	175	175	101	56	27	12	0	0	614
SE	79	175	193	142	75	21	8	1	0	694
S	71	262	394	440	274	114	28	6	0	1589
SW	90	432	782	1020	771	340	105	15	2	3557
W	126	666	1635	2646	2888	1872	506	78	5	10422
NW	124	660	1490	2204	2134	1312	393	47	10	8374
Total	**739**	**3030**	**5694**	**7538**	**6899**	**3996**	**1137**	**165**	**18**	**29216**

Dirección	Velocidad del viento (m/s)									Total
	0 - 2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	>20	
N	0,3%	1,5%	2,7%	2,8%	1,9%	0,9%	0,2%	<0,1%	0,0%	10,3%
NE	0,3%	0,8%	0,8%	0,6%	0,5%	0,2%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	3,3%
E	0,2%	0,6%	0,6%	0,3%	0,2%	<0,1%	<0,1%	0,0%	0,0%	2,1%
SE	0,3%	0,6%	0,7%	0,5%	0,3%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,0%	2,4%
S	0,2%	0,9%	1,3%	1,5%	0,9%	0,4%	<0,1%	<0,1%	0,0%	5,4%
SW	0,3%	1,5%	2,7%	3,5%	2,6%	1,2%	0,4%	<0,1%	<0,1%	12,2%
W	0,4%	2,3%	5,6%	9,1%	9,9%	6,4%	1,7%	0,3%	<0,1%	35,7%
NW	0,4%	2,3%	5,1%	7,5%	7,3%	4,5%	1,3%	0,2%	<0,1%	28,7%
Total	**2,5%**	**10,4%**	**19,5%**	**25,8%**	**23,6%**	**13,7%**	**3,9%**	**0,6%**	**<0,1%**	**100%**

El análisis estacional de las series temporales se muestra en la Figura 59 y Figura 60 (nodos 1 y 2, respectivamente) para las estaciones verano, otoño, invierno y primavera.

Los vientos más intensos se dan con mayor frecuencia en otoño e invierno.

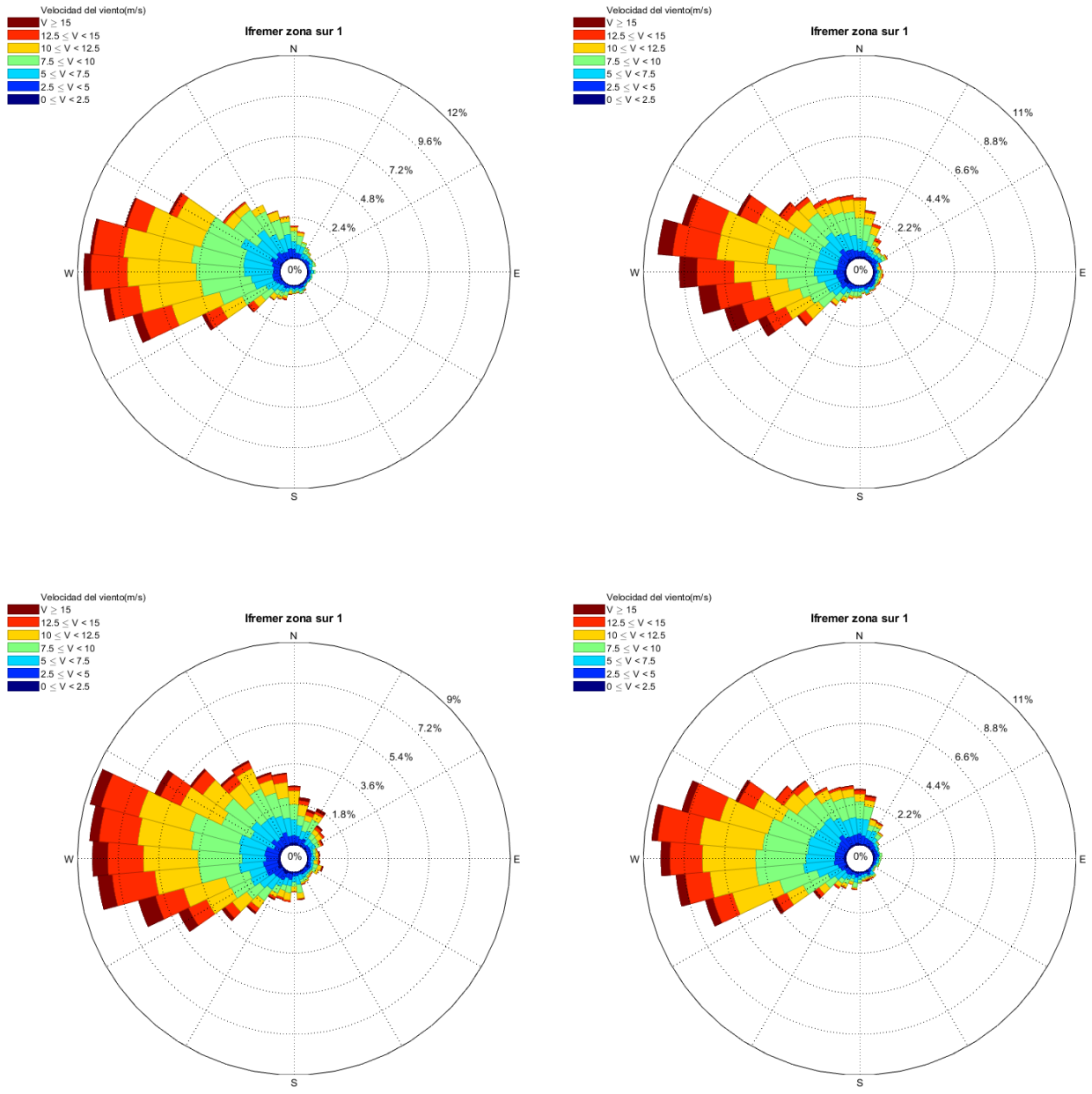


Figura 59. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER 1, división estacional, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

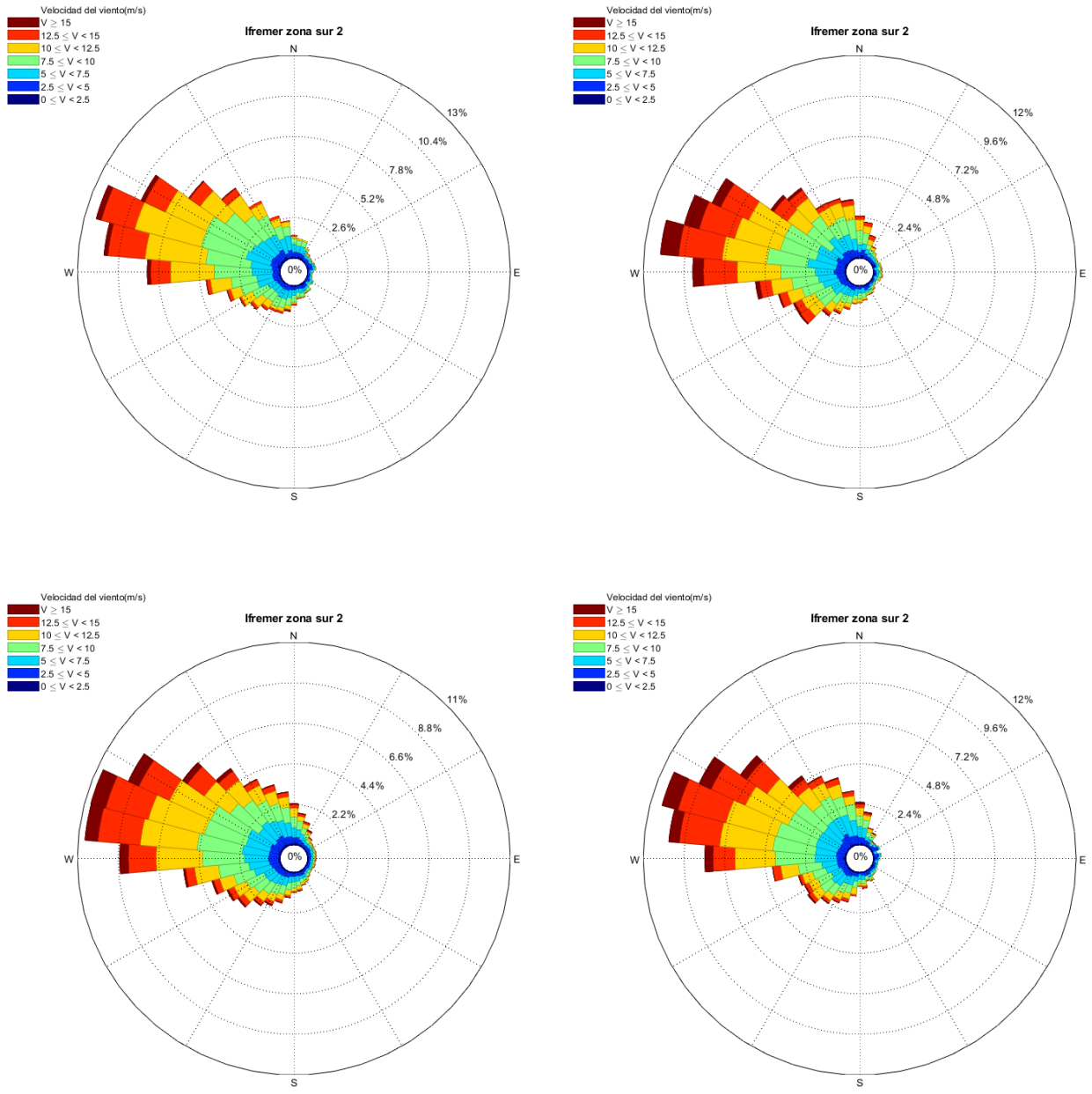


Figura 60. Rosas de los vientos para el nodo IFREMER 2, división estacional, período 2009 a 2018. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: verano, otoño, invierno y primavera.

4 MEDIO BIÓTICO

Como fuera mencionado, el área operativa se encuentra emplazada sobre un área del Mar Argentino que abarca la Plataforma Continental Argentina. Esta área integra un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

Si bien el área de adquisición de datos sísmicos se encuentra inmersa en el Mar Argentino, en las costas adyacentes hay zonas sensibles desde el punto de vista biológico 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, con excepción del tránsito de buques desde y hacia el área de operaciones.

En el Mar Argentino existe una fuerte variabilidad hidrológica impuesta por la circulación de dos corrientes: la Corriente de Malvinas y la Corriente de Brasil. La primera está conformada por aguas subantárticas, frías, de baja salinidad y ricas en nutrientes, que fluyen hacia el norte. La Corriente de Brasil, presenta aguas subtropicales, cálidas y salinas, que fluyen hacia el sur.

Las masas de agua que fluyen sobre la plataforma continental (Corriente Patagónica Subantártica) son de origen subantártico, y se originan tanto por desprendimiento de las corrientes de borde (Corriente Circumpolar Antártica - Corriente de Malvinas), como por la contribución de aguas de derrames continentales subpolares (canales fueguinos y Estrecho de Magallanes). Esto resulta porque el extremo austral del continente americano se encuentra fuertemente influenciado por la Corriente de Convergencia Antártica. A partir de esta corriente, se desprende la Corriente de Malvinas, que fluye en dirección predominante sur-norte por el borde de la plataforma continental.

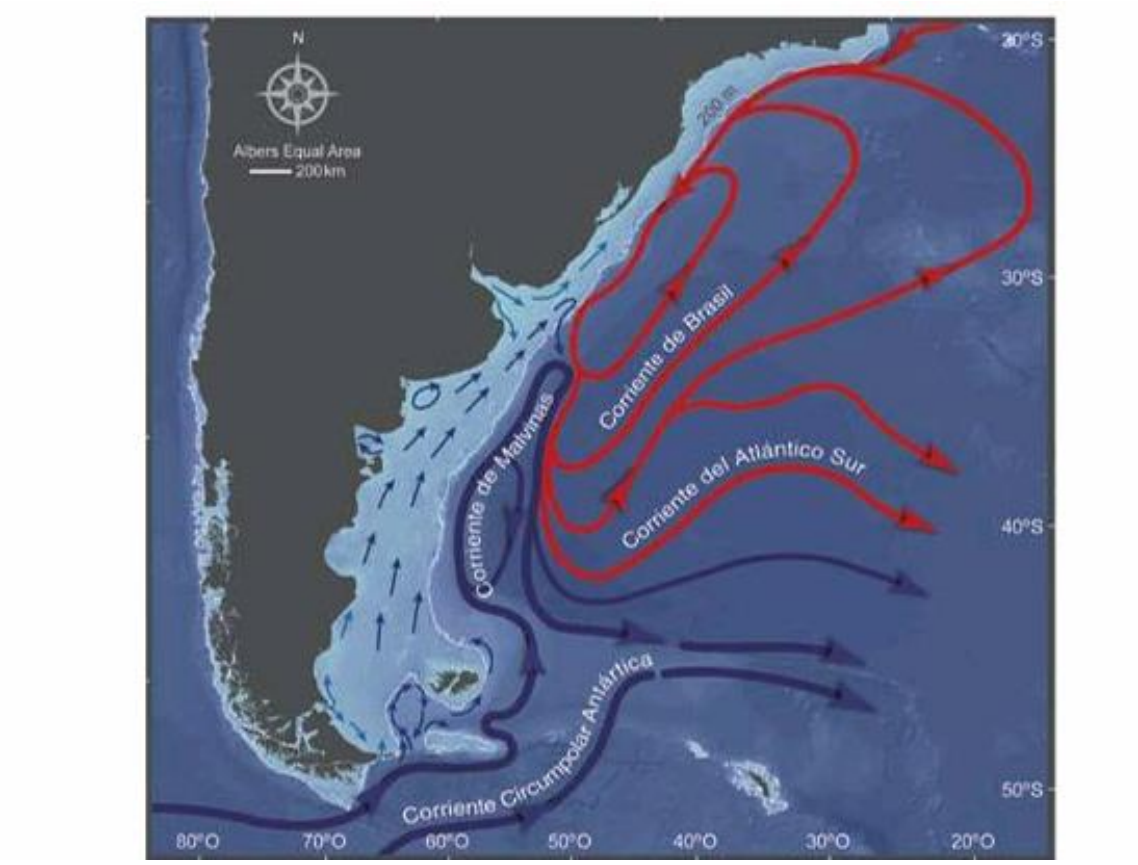


Figura 61. Ubicación de las Corrientes marinas principales. Fuente: Piola y Matano, 2001.

Frente a la plataforma argentina, sobre el talud continental, cerca de los 38º de latitud sur, se produce el encuentro de estas corrientes, en la llamada Zona de Confluencia (Figura 62), una de las regiones de mayor concentración de energía de todos los océanos del mundo, donde la mezcla de aguas subtropicales y subantárticas determina importantes gradientes físico-químicos y favorece la presencia de altas concentraciones de nutrientes de importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema.

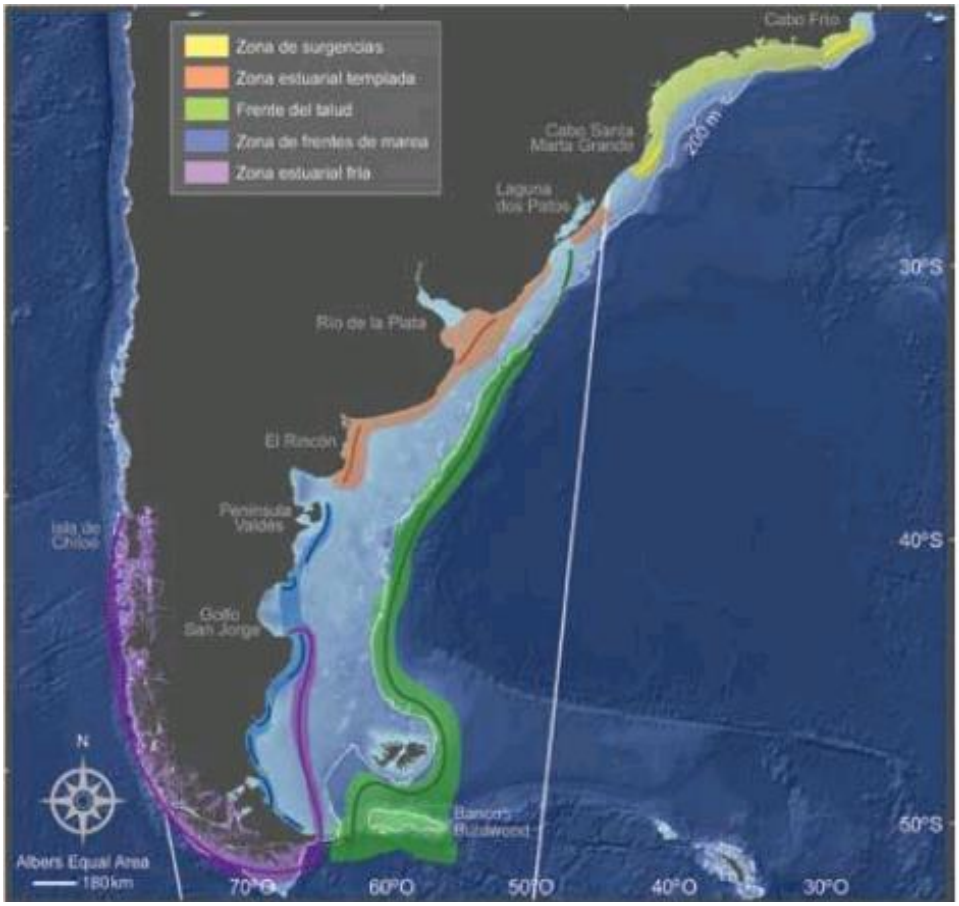


Figura 62. Principales zonas frontales de alta productividad del cono sur. Fuente: Acha et al. 2004.

En este contexto, las aguas de la Plataforma Continental Argentina resultan de la mezcla de masas de agua costeras, subantárticas y subtropicales. Sus proporciones relativas y el grado de mezcla, varían de acuerdo a la latitud y la longitud. En su conjunto, el Mar Argentino conforma uno de los mares templados más extensos y biológicamente más importantes del planeta.

En el Mar Argentino se reconocen dos provincias zoogeográficas: la Provincia Argentina y la Provincia Magallánica (Figura 63). La primera se extiende desde el sur de Brasil (23° S) y pasando por la costa uruguaya, hasta la desembocadura del Río Negro (41º S). Las aguas frente a la costa bonaerense forman parte del llamado Distrito Bonaerense. Por otro lado, la Provincia Magallánica se extiende desde el norte de la Isla de Chiloé (40º S) en el Océano Pacífico, pasando por el Cabo de Hornos, ocupando la mayor parte de la plataforma continental patagónica, incluyendo las Islas Malvinas y sector más profundo de la plataforma bonaerense, separándose de la costa a los 42-43º S aproximadamente y continuando hacia el norte hasta los 35º S, a unos 100-150 km de la costa y con profundidades de entre 60 y 200 m. Esta Provincia Magallánica, caracterizada por la presencia de aguas templado-frías, está subdividida en dos distritos: el Surchileno y el Patagónico. El área de operaciones del Proyecto abarca la Provincia Magallánica, lo cual implica la presencia de diferentes componentes faunísticos y florísticos característicos del distrito Patagónico, subdistrito fueguino.

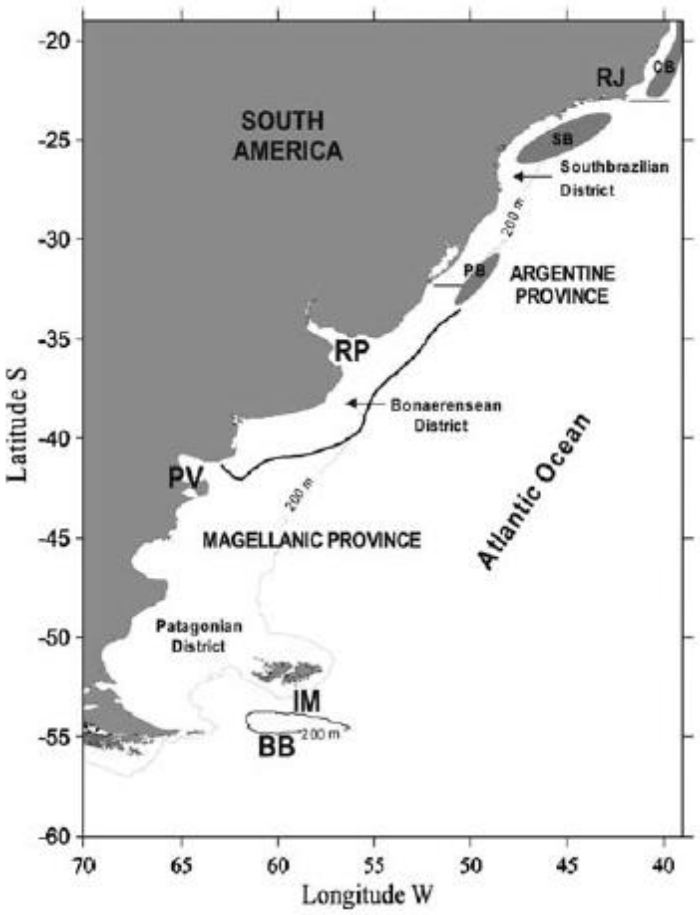


Figura 63. Ubicación de las Provincias zoogeográficas. Fuente: Menni et al. 2010

En la Tabla 19 se mencionan los principales organismos bentónicos (incluyendo peces) característicos de la Provincia Magallánica (Balech y Erlich, 2008).

Tabla 19. Organismos de la Provincia Magallánica. Fuente: Balech y Erlich, 2008.

Celenterados	Equinodermos	Crustáceos	Moluscos	Peces
Antholaba achates	*Cycethra verrucosa*	*Lithodes santolla*	*Modiolus patagonicus*	*Macruronus magellanicus*
Isotealia antarctica	*Partiriella fimbriata*	*Paralomis granulosa*	*Aulacomya atra*	*Merluccius australis*
Phiaella falklandica	*Poraniopsis echiniaster*	*Peltarion spinosulum*	*Ostrea puelchana*	*Micromesistius australis*
	Arbacia dufresnei	*Libidoclaea granaria*	*Ensis macha*	*Salilota australis*
	Pseudechinus magellanicus	*Munida* spp.	*Mactra* sp.	*Dissostichus eleginoides*
	Austrocidaris canaliculata	*Euphausia vallentini*	*Mulinia edulis*	*Eleginops maclovinus*
	Cosmasterias lurida	*Euphausia longirostris*	*Protothaca antiqua*	*Patagonotothen ramsayi*
		Tryphosites chevreuxi	*Tawera gayi*	*Iluocoetes fimbriatus*
		Tmetonyx serratus	*Tegula patagonica*	
		Themisto gaudichaudii	*Capulus compressus*	
			Amauropsis andersoni	
			Mangelia purissima	
			Photinula coerulescens	

A continuación, se presenta una caracterización de los principales componentes bióticos del ecosistema marino oceánico en el área de influencia del proyecto.

4.1 BENTOS

El bentos está constituido por los organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas. Las comunidades bentónicas son muy diversas según la naturaleza del sustrato (roca, arena, limo) y la profundidad. En los fondos marinos suele reinar una estabilidad de condiciones muy superior a la propia de las aguas pelágicas, donde se encuentran el plancton y el necton, y que están sometidas a movimientos y cambios incesantes. Los organismos vegetales se fijan directamente en el fondo, mientras que los animales se pueden anclar, enterrar o reptar. Su hábitat suele ser la superficie y los pocos centímetros superiores del material del fondo oceánico formado por arena, rocas o fango. Los organismos bentónicos tienen escasa o ninguna capacidad de natación, lo cual les permite adoptar formas que no se ajustan a exigencias hidrodinámicas y, como no se enfrentan con problemas de flotación, pueden desarrollar estructuras esqueléticas gruesas como conchas y alcanzar tamaños considerables.

Los invertebrados bentónicos desarrollan un papel esencial en los ecosistemas marinos. Muchos representan especies explotadas comercialmente que sostienen pesquerías de gran importancia, como el langostino (*Pleoticus muelleri*), la vieira (*Zygoclamys patagónica*) o la centolla (*Lithodes santolla*). Además, presentan una estrecha relación con especies de peces de interés comercial, ya sea porque son componentes de sus dietas, porque generan hábitats para la deposición de huevos o bien por constituir refugio o alimento pata estadios larvales o juveniles (Giberto et al. 2015, Giberto et al. 2017, Vázquez et al. 2018). Asimismo, algunos organismos bentónicos se comportan como ingenieros ecosistémicos y constituyen ambientes altamente estructurados que permiten el desarrollo de comunidades de una alta biodiversidad, como en el caso de los “bosques animales” (Rossi et al. 2012, 2017). En ellos se encuentran organismos sésiles y suspensivoros como las esponjas, corales, briozoos, brachiopodos y ciertos moluscos (Rossi et al. 2017).

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

La región del Banco Burdwood constituye un caso particular actualmente designado como Área Marina Protegida (AMP) (Figura 64). En líneas generales, en la meseta del banco (50-200 m) predominan las grandes asociaciones de esponjas y briozoos, mientras que en los taludes se han registrado importantes biomasas de cnidarios, principalmente corales. Estos conforman verdaderos bosques animales, similares a los del talud continental y constituyen EMVs. Además el AMP presenta una alta riqueza específica en invertebrados marinos, incluyendo nuevas especies de moluscos, briozoos, esponjas y corales (Figura 65).

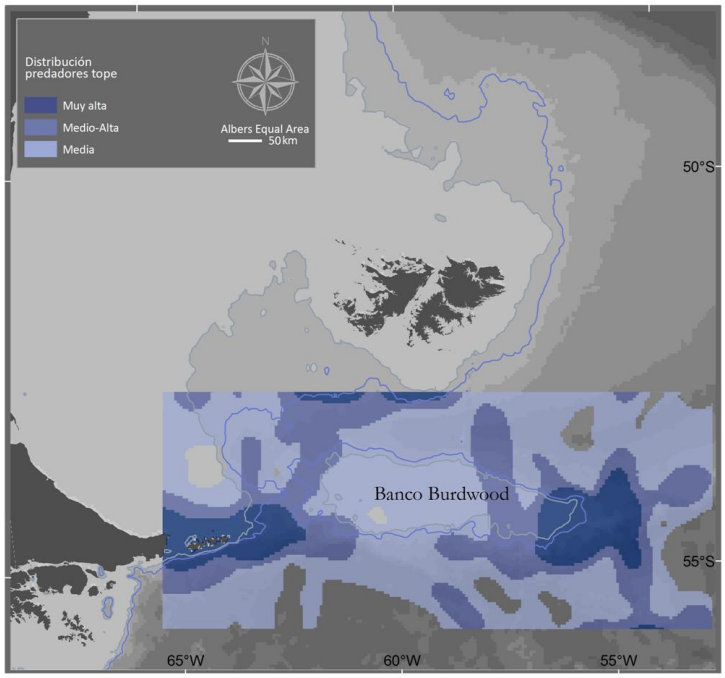


Figura 64. Ubicación del Banco Burdwood. Densidad de 15 especies de predadores tope (Datos y análisis del Proyecto Modelo del Mar WCS – CONICET).

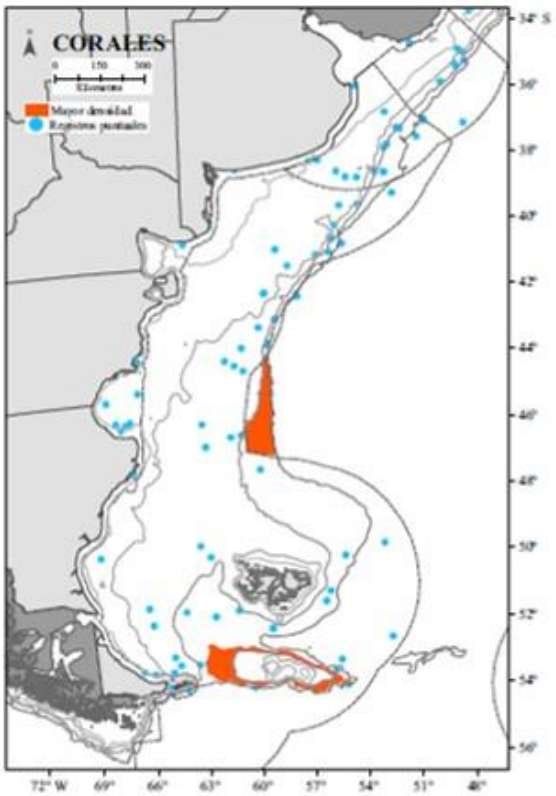


Figura 65. Corales registrados en la plataforma continental argentina. Se indican las regiones en las que se han registrado altas densidades, que se corresponden con Ecosistemas Marinos Vulnerables. Los puntos celestes representan registros puntuales de diferentes especies de corales. Fuente: Allega et al. 2020.

4.1.1 Comunidades fitobentónicas

Las temperaturas bajas de la costa patagónica, conjuntamente con la escasez de lluvias en sus áreas costeras semidesérticas y el gran desarrollo horizontal de los niveles intermareales y submareales costeros, proveen una variedad de ambientes muy favorables para el desarrollo de diversas asociaciones fitobentónicas. Las comunidades fitobentónicas de Tierra del Fuego están caracterizadas por franjas de poco desarrollo donde aparecen con frecuencia especies de los géneros *Rama*, *Rhizoclonium*, *Cladophoropsis*, *Porphyra*, *Bostrychia*, *Iridaea*, *Hildenbrandtia* y *Caepidium*. Los órdenes Ulvales y Cladophorales son los mejor representados en el área (Boraso Zaixso, 2008).

Las asociaciones de coralináceas incrustantes (orden Corallinales, familia Corallinaceae) están bien representadas en el intermareal. Los géneros más comunes son *Clathromorphum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*, *Synarthrophyton*, *Lithophyllum*, *Titanoderma*, *Pseudolythophyllum*, *Hydrolithon*, *Pneophyllum*, *Neogoniolithon* y *Spongites*. En toda la costa patagónica son muy comunes los bosques de cachiyuyo hasta los 20 metros de profundidad. Esta especie de alga parda, *Macrocystis pyrifera* (orden Laminariales, familia Lessoniaceae), es la más abundante en el área. La misma, se encuentra muchas veces acompañada por especies del género *Lessonia* (del mismo orden y familia) (Boraso y Zaixso, 2008).

Un análisis biogeográfico más reciente de la flora bentónica concluye que la flora marina de la región de Magallanes y Tierra del Fuego comprende 234 especies, seguida en número por la región de las Islas Malvinas. El alto porcentaje de similitud entre estas dos regiones (60 %) es consecuencia del número de especies de origen subantártico compartido entre ambas áreas, lo que es atribuible a la dispersión de esta flora a través de la corriente circumpolar antártica (Ramírez, 2010).

4.1.2 Comunidades faunobentónicas

Respecto a las comunidades faunobentónicas, Bastida, Roux, y Martínez (1992) estudiaron la composición específica de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la Plataforma Continental Argentina. Las comunidades del distrito Patagónico están dominadas por moluscos (filum Mollusca), equinodermos (filum Equinodermata) y briozoos (filum Bryozoa), en ese orden. Los braquiópodos (filum Brachiopoda) son el siguiente grupo en importancia. Estos autores identificaron dos regiones dentro del Distrito Patagónico, que se diferencian fundamentalmente por su riqueza específica. Las comunidades de la región interna o “B” (<100 metros de profundidad) presentaron menor riqueza específica que aquellas comunidades de la región externa (100-200 metros de profundidad). De hecho, prácticamente la totalidad de las especies reportadas en la región interna fueron identificadas en la región externa, pero no así en el sentido inverso. Mientras que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la región externa o “C” presentan un 16,3% de especies exclusivas para la Plataforma Continental Argentina, las comunidades de la región interna sólo presentan un 0,54% (Bastida, Roux, y Martínez, 1992).

Por lo tanto, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Distrito Patagónico Interior corresponde a una comunidad empobrecida de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Distrito Patagónico Exterior. 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. En cambio, la región interna se encuentra influenciada por la Corriente Patagónica Subantártica, de aguas más templadas. De hecho, muchas de las especies presentes en la región externa pero no en la interna son especies asociadas a bajas temperaturas como *Solariella kempi*, *Beania costata* y *Ampidostoma giganteum*. Las aguas frías y con alto contenido de nutrientes de la Corriente de Malvinas, parecerían influir positivamente en la riqueza específica de las comunidades bentónicas de la región externa del Distrito Patagónico. Por otro lado, 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).

Las áreas de concesión AUS_105 y 106 se superponen con el área “B” en la región interna de la plataforma, presenta 112 especies de macroinvertebrados, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos, de los cuales solo una especie es exclusiva de esta área. Por su parte, el área de concesión MLO_121 pertenece a la “C” de la región externa, bajo influencia de la corriente subantártica de Malvinas (alta productividad y baja temperatura), presenta 152 especies, con 16,3% de especies exclusivas, donde la comunidad está subdominada por briozoos y brachiopodos, mientras que los equinodermos son menos abundantes que el área B (Figura 66).

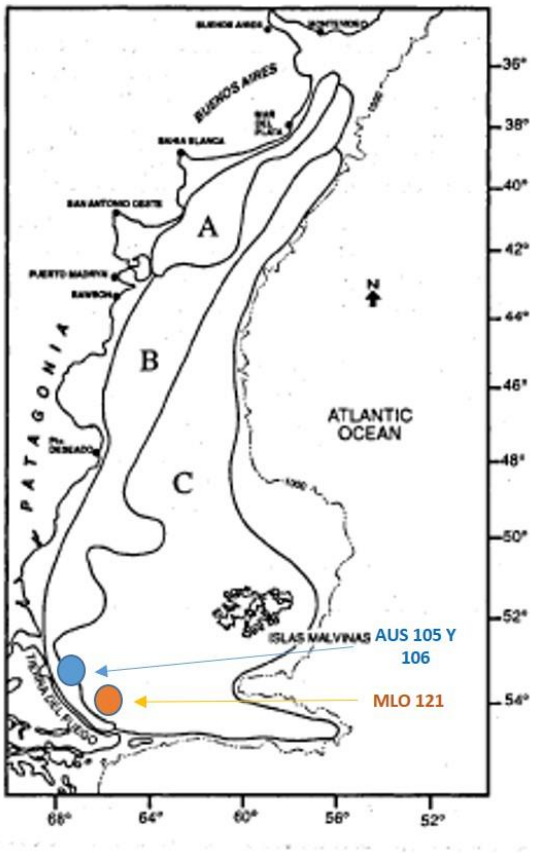


Figura 66. Mapa con las estaciones definidas por Bastida et al., 1992, señalando la superposición con las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121.

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).

4.1.3 Comunidades de bivalvos y gasterópodos

Para el área de adquisición de datos sísmicos, el muestreo más reciente fue el llevado a cabo por el Buque Oceanográfico Puerto Deseado (BO) (Schejter et al. 2017). En la Figura 67 se observan las estaciones de muestreo cercanas a la misma. En la Tabla 20 se observa el detalle de la captura para las estaciones adyacentes al área de adquisición de datos sísmicos.

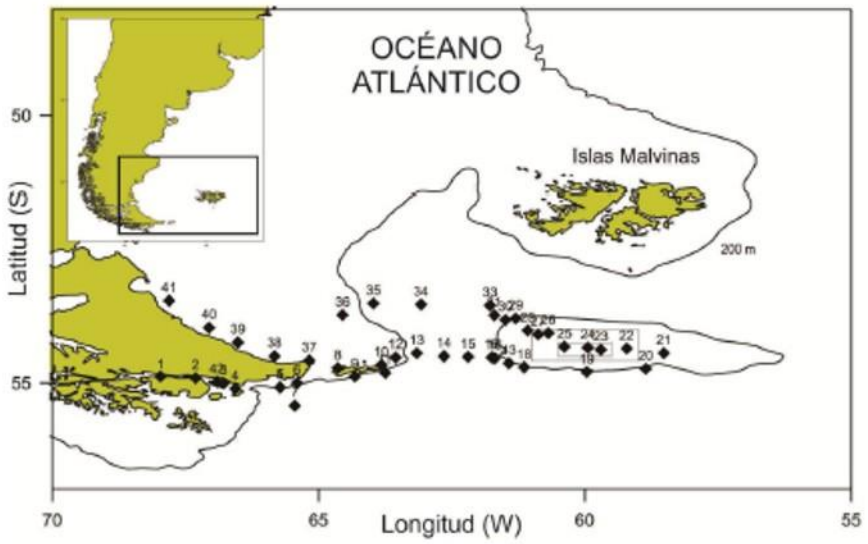


Figura 67. Localización general de las estaciones realizadas en la campaña PD BB ABR. Las estaciones 37-41 fueron las más cercanas al área de área de adquisición de datos sísmicos (Schejter et al. 2017).

Tabla 20. Diversidad de moluscos recolectados cercanos al área de adquisición de datos sísmicos.

Estación	Lance	Material obtenido
39	79	**Gastropoda:** *Trochita* sp. 1, *Photinula coerulescens*, *Calliostoma* sp., *Margarella* sp., *Puncturella* sp., Doriidae sp.1, Cerithiopsidae, Eulimidae; **Bivalvia:** *Hiatella* sp., *Philobrya* sp.; **Cephalopoda:** Sepiolidae, Octopoda sp. 1
40	58	**Gastropoda:** *Trochita* sp. 1, *Trochita* sp. 2, *Calliostoma* sp., *Photinula coerulescens*, *Margarella* sp., *Puncturella* sp., Cerithiopsidae, Doriidae sp.1; **Bivalvia:** *Zygochlamys patagonica*, *Hiatella* sp., *Lissarca* sp.; **Cephalopoda:** Sepiolidae, Octopoda sp. 1
41	67	**Gastropoda:** *Photinula coerulescens*, Cerithiopsidae; **Bivalvia:** *Hiatella* sp.
41	68	**Gastropoda:** Cerithiopsidae
41	70	**Gastropoda:** *Trochita* sp. 1, *Photinula coerulescens*, *Fissurellidea* sp., Doriidae sp.1, Cerithiopsidae; **Bivalvia:** *Hiatella* sp.; **Cephalopoda:** Octopoda sp. 2

4.1.4 Macrocrustáceos de interés económico y ecológico

Los decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Casi todos los decápodos superiores son carnívoros oportunistas, generalistas y a veces, carroñeros. Forman poblaciones muy numerosas y poseen hábitos gregarios que permiten la formación de enjambres o mangas fácilmente capturables. Otra característica destacable del grupo es su papel de presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Para el Área de Estudio Detallada se registran seis especies de macrocrustáceos (Zaixso y Boraso, 2015).

***Pterygosquilla armata* H. Milne Edwards, 1837 (Galera o Mantis de mar)**

Se una especie anfioceánica. En el océano Pacifico se extiende desde Valparaíso hasta el Cabo de Hornos y en el océano Atlántico, por el litoral patagónico hasta el Golfo San Jorge. Es más abundante en profundidades mayores a 50 m. Es una especie estrictamente carnívora y solo ingiere presas vivas. Las principales presas son cefalópodos, crustáceos decápodos y peces, todos de pequeño tamaño. La especie no es capturada comercialmente, es un eslabón fundamental en la trama alimentaria del Golfo San Jorge, muy importante para algunas poblaciones de peces comerciales (Zaixso y Boraso, 2015).

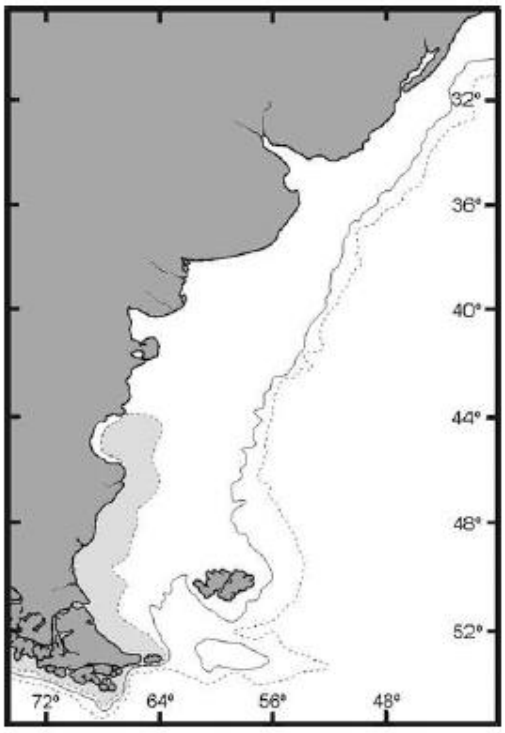


Figura 68. Distribución de la galera de mar en las costas argentinas. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

Munida gregaria (Fabricius, 1793) y _Munida subrugosa_ (White, 1847) (Langostillas o bogavantes)

La distribución de ambos morfotipos/especies está restringida al hemisferio Sur, principalmente América del Sur y Nueva Zelanda. En América del sur se distribuye por el océano Pacifico desde la isla de Chiloé (47°S) hasta el cabo de Hornos (56°S), y hacia el norte por el océano Atlántico hasta las costas de Uruguay (27°S), incluyendo las islas Malvinas. La distribución batimétrica de ambas especies es diferente. *M. subrugosa* se distribuye desde el submareal hasta los 1.100 m de profundidad, mientras que M. gregaria se encuentra hasta los 120 m de profundidad y ocasionalmente alcanza los 250 m de profundidad. En el canal de Beagle se conocen migraciones batimétricas de *M. subrugosa* asociadas al proceso de muda. Durante el período de muda (octubre-febrero) los animales se desplazan a aguas más profundas (100-200 m) mientras que durante el invierno (portación de huevos) se encuentran en aguas someras (15-50 m). En el golfo San Jorge los animales parecen concentrarse para la época reproductiva en aguas someras (Zaixso y Boraso, 2015).

En el canal de Beagle *M. subrugosa* es depredador y sedimentívora, alimentándose de crustáceos, algas, poliquetos, detritos y sedimentos.

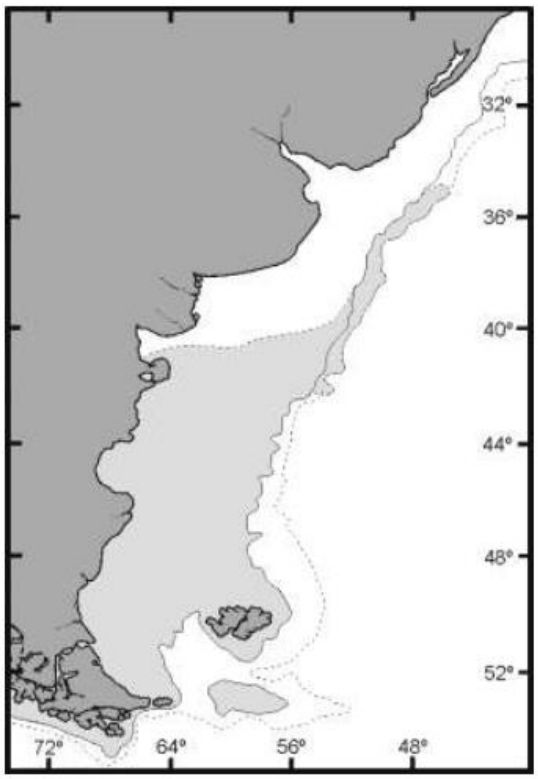


Figura 69. Distribución de las langostillas en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

La langostilla *M. gregaria* tiene dos hábitos alimentarios diferentes y simultáneos: es depredadora y depositívora. Como depredadora se alimenta principalmente de crustáceos, macroalgas y poliquetos, mientras que como depositívora es capaz de ingerir materia orgánica particulada, sedimento y material biológico asociado a la capa superior del bentos marino, como foraminíferos, diatomeas y nematodos (Romero et al., 2004). Estos dos hábitos alimentarios complementarios y simultáneos ocurren a lo largo del año, sin ninguna diferencia estacional e independientemente de la profundidad a la que se encuentren los animales. *M. gregaria* también es considerada como una especie omnívora y oportunista (Romero et al., 2004).

A pesar de las diferencias de temperatura entre los extremos norte y sur de la distribución geográfica de *M. gregaria* (Golfo Nuevo 9,6-17,2°C en septiembre y febrero; Canal Beagle 5,2-9,5°C en enero y agosto, respectivamente), el período reproductivo de la especie es estacional y ocurre durante el invierno y primavera (Figura 70) (Diez et al., 2016).

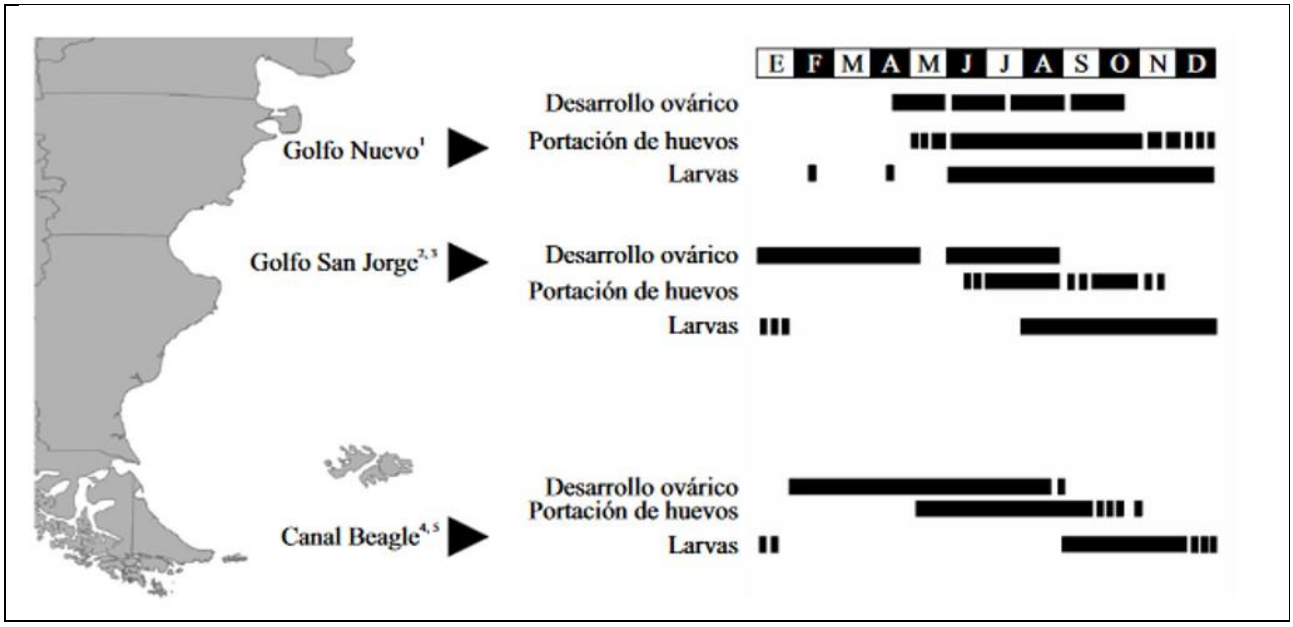


Figura 70. Variaciones latitudinales en los parámetros reproductivos de *Munida gregaria*. [1]Dellatorre y Barón (2008), [2]Vinuesa yVarisco (2007), [3]Varisco (2013), [4]Tapella et al. (2002), [5]Lovrich (1999).

La interacción de la langostilla *M. gregaria* con las pesquerías de merluza y langostino es importante ya que es uno de los componentes principales de la captura incidental de ambas (Villarino et al., 2002).

A pesar de su abundancia, la langostilla *M. gregaria* no se explota comercialmente en la Argentina. La excepción está dada por una embarcación en el Canal Beagle que las provee a restaurantes locales para ofrecer una "experiencia gourmet". En las Islas Malvinas los desembarques comerciales son esporádicos y escasos, salvo en 2007 que se registraron 350 t (FAO, 2012).

Diez y colaboradores (2018) estudiaron la asociación pelágica de la sardina fueguina *S. fueguensis* con la langostilla *M. gregaria* en el canal de Beagle, mediante encuestas de datos acústicos llevados a cabo entre 2009 y 2016. Los resultados revelaron que los cardúmenes de ambas especies ocurrieron a lo largo del canal durante todo el año. Sin embargo, la ocurrencia de *S. fuegensis* fue más evidente en la parte interior del canal durante el invierno. Hubo una relación negativa entre la abundancia relativa de langostas y sardina a lo largo del año. Esta interacción puede resultar de la competencia espacial asociada con los recursos, particularmente en verano. La distribución vertical y morfología de las agregaciones de ambas especies mostró diferencias estacionales, por ejemplo los cardúmenes de sardina eran típicamente pelágicos en verano, mientras que en invierno eran más grandes y estaban asociados con la capa inferior. Estudios futuros basados en los cambios en la distribución y abundancia de ambas especies son importantes para evaluar los posibles impactos de actividades pesqueras en este ecosistema subantártico.

***Paralomis granulosa* (Jacquinot, 1847) (centollón)**

Se distribuye en aguas costeras de Patagonia Sur e islas Malvinas. En el Pacifico desde la isla grande de Chiloé hasta el cabo de Hornos, estrecho de Magallanes, canal de Beagle. En el Atlántico, costas de Tierra del Fuego y Santa Cruz, también en el golfo San Jorge. Típicamente hasta los 100 m de profundidad. En el canal de Beagle, en noviembre-enero se hallan asociados al bosque de cachiyuyo *Macrocystis pyrifera* y en invierno se los encuentra a mayores profundidades.

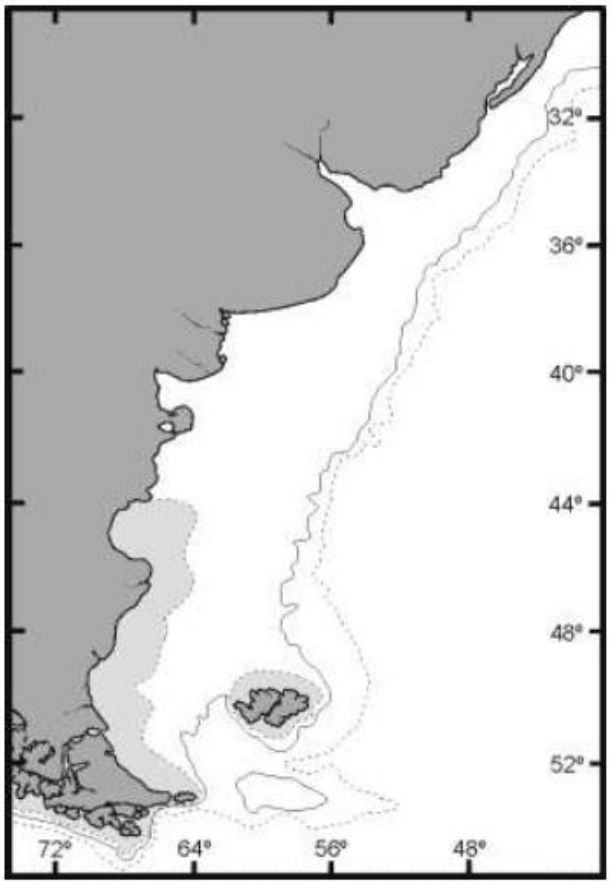


Figura 71. Distribución del centollón en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

Los animales más pequeños se alimentan de hidrozoos, erizos y moluscos gasterópodos. Los animales mayores de 60 mm LC se alimentan de algas, moluscos bivalvos y gasterópodos y crustáceos (Zaixso y Boraso, 2015).

***Lithodes confundes* Macpherson, 1988 (Centolla espinosa)**

Se distribuye sobre la costa patagónica entre el Puerto San Julián (Santa Cruz) y Cabo San Pablo, en Tierra del Fuego; se menciona también para el sur de las islas Malvinas y el estrecho de Magallanes. La especie es hallada en el intermareal entre septiembre y febrero, época en que se acerca mucho a la costa para reproducirse.

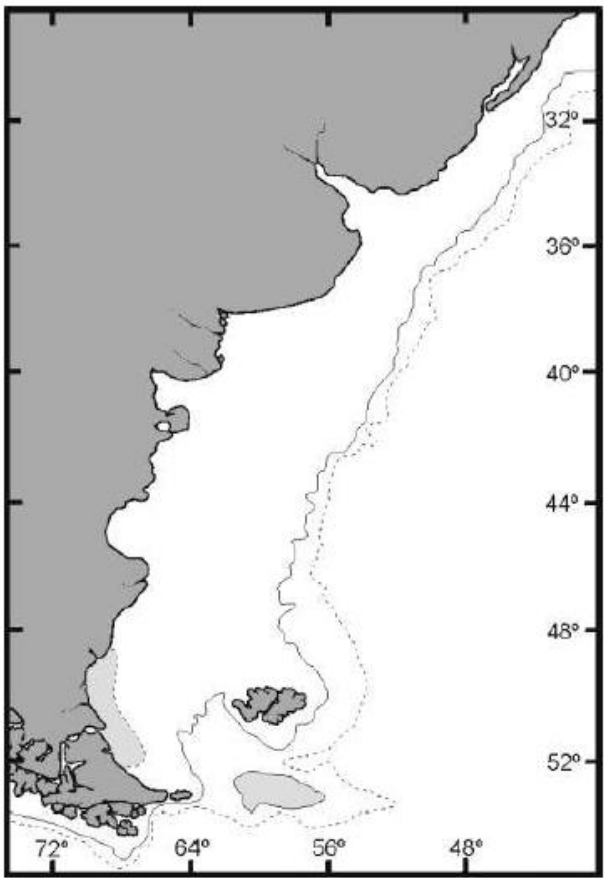


Figura 72. Distribución de la centolla espinosa en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.

La alimentación de la especie es oportunista. El contenido estomacal de machos apareados y juveniles reveló importantes proporciones de hidrozoos y briozoos, almejas, caracoles isópodos y poliquetos. La especie parece ser más abundante en Río Gallegos y Río Grande, cerca de la costa (Zaixso y Boraso, 2015).

***Lithodes santolla* Molina, 1782 (Centolla Patagónica)**

Se distribuye en el Océano Pacífico, desde la isla Grande de Chiloé hasta el cabo de Hornos, estrecho de Magallanes y canal Beagle. En el Atlántico, costa de Tierra del Fuego e isla de los estados. Hacia el norte, no existen registros de la especie hasta el Golfo San Jorge. De allí presente hacia el norte sobre la plataforma y descendiendo en profundidad. Costas afuera de Buenos Aires y Uruguay, en el talud continental (Figura 73). Típicamente desde el intermareal hasta los 200 m de profundidad; llegaría hasta los 700 m (Boraxo y Zaixo, 2015). La centolla se distribuye en aguas templado-frías de origen sub-antártico entre los 4° y 15° C de temperatura (Allega et al. 2020).

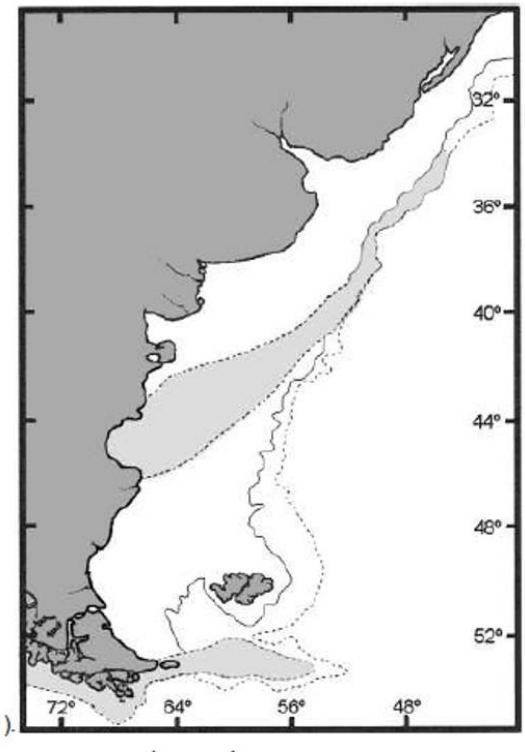


Figura 73. **Distribución geográfica de la centolla Patagónica, *Lithodes santolla*, en el mar argentino. Fuente: Zaixso y Boraso, 2015.**

En el canal Beagle, durante el verano se encuentra en aguas someras y en invierno a profundidades mayores. Los movimientos se efectúan siguiendo las isobatas, con desplazamientos cortos. Los machos adultos son muy caminadores, estimándose recorridos de hasta una milla náutica diarios. En el canal de Beagle, la centolla se alimenta de moluscos, principalmente gasterópodos; crustáceos, erizos, algas y otros organismos epífitos como briozoos, foraminíferos e hidrozoos. El consumo es más alto durante el invierno (Boraxo y Zaixo, 2015).

El ciclo reproductivo de la centolla es anual. Las hembras maduras portan los huevos por debajo del abdomen durante aproximadamente 10 meses luego del desove. Entre noviembre y diciembre se desarrollan los procesos de muda en las hembras y el apareamiento. Los machos adultos mudan anualmente entre fines de otoño y principios de invierno. En las tallas mayores el periodo de intermuda se prolonga hasta dos años, mientras que los juveniles mudan con mayor frecuencia que los adultos. Comienza en la primavera con la eclosión de los huevos que portan las hembras durante 10 meses aproximadamente; luego del desove se inician simultáneamente los procesos de muda de las hembras y cópula, produciéndose la oviposición y fecundación de la nueva camada de huevos. Con la eclosión del huevo nace una larva zoea que pasa por tres subestadios y muda luego a megalopa como etapa intermedia al primer cangrejo (https://www.inidep.edu.ar/).

En la Argentina pueden identificarse cuatro efectivos de centolla (Figura 74), con problemáticas particulares en cuanto a su conocimiento científico, grado de desarrollo pesquero y distribución (Wyngard et al. 2016). Desde el punto de vista de su explotación, el efectivo del Sector Patagónico Central, que se distribuye en la denominada Área Central de manejo de esta especie (entre 43° 30' S y 48° S), es el más importante, ya que aporta gran parte del volumen de desembarcado (Figura 75). Los núcleos de mayor abundancia en el Área Central se ubican dentro del Golfo San Jorge (sector de alto rendimiento del Golfo San Jorge) y en aguas de plataforma (sector de alto rendimiento norte y sector de alto rendimiento sur). Presentan una fuerte estabilidad espacio temporal y no se han detectado migraciones reproductivas (Firpo et al. 2017).

El efectivo del Sector Patagónico Sur, donde se ubica el área de adquisición de datos sísmicos AUS_105-106 y MLO_121, es el segundo en importancia y se distribuye al sur de los 48° S. La actividad pesquera se inició recientemente en 2016, prolongándose durante una temporada muy reducida. Por este motivo la información es escasa y acotada a los meses de octubre, noviembre diciembre (Firpo et al., 2018). Las concentraciones más importantes de esta especie se distribuyen en Bahía Grande (sector de alto rendimiento de San Julián) y un reducido sector de baja densidad que corresponde a la costa de Tierra del Fuego (Firpo et al. 2017). Las hembras y juveniles tienen una distribución costera que abarca principalmente aguas de jurisdicción provincial, mientras que los machos de talla comercial se distribuyen en aguas externas y durante el período de reproducción (noviembre-diciembre) podrían migrar hacia aguas de menor profundidad para aparearse.

La centolla tiene una alta densidad poblacional durante todo el año en el área de influencia directa del área AUS_105-106 y MLO_121, con superposición de sus áreas de muda en invierno y reproducción en verano.

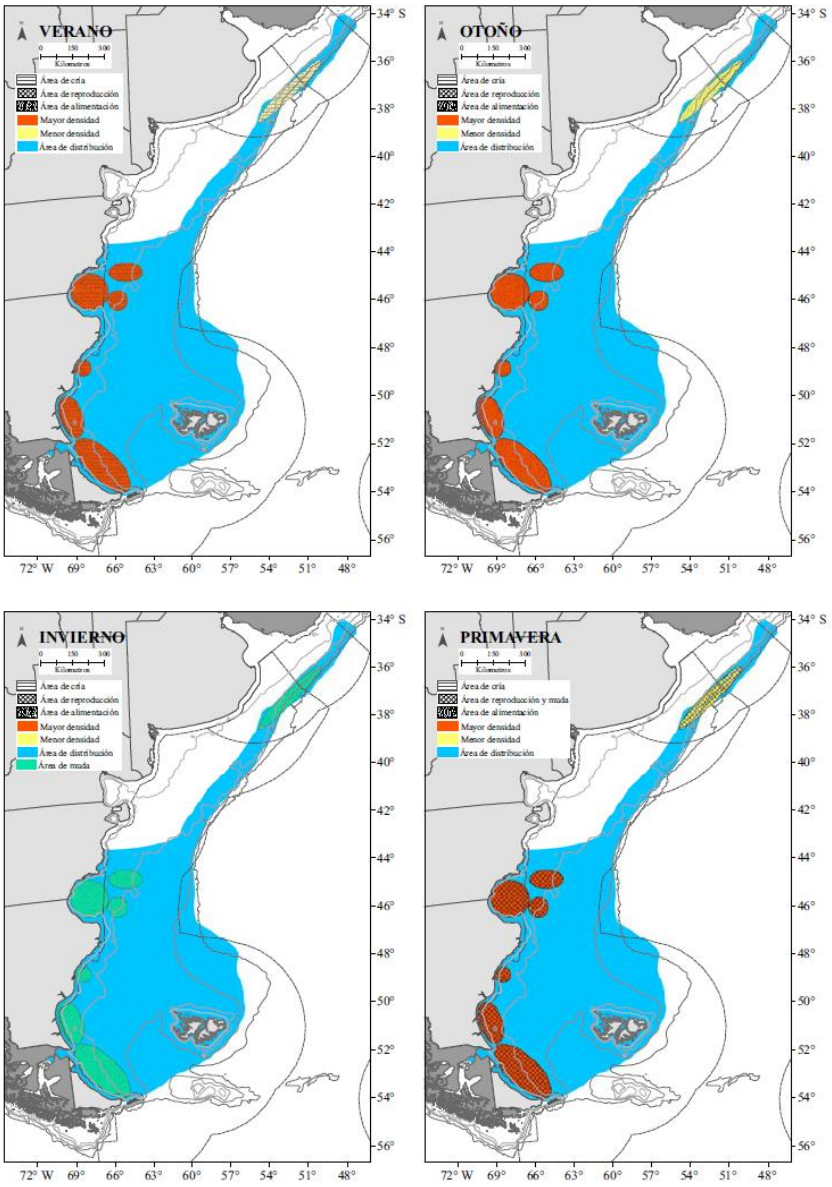


Figura 74. Distribución espacio temporal de la centolla, *Lithodes santolla*, indicándose las áreas sensibles en relación a la reproducción y alimentación del recurso. Fuente: Allega et al. 2020.

La pesquería en este sector se desarrolla con buques tramperos desde 2004, con un incremento gradual del esfuerzo pesquero que alcanza a la fecha 5 buques congeladores y entre 2 y 5 buques fresqueros dirigidos exclusivamente a la captura de esta especie (Allega et al. 2020).

En noviembre de 2016 y enero de 2017 se realizaron las primeras campañas de investigación de centolla en las jurisdicciones de Santa Cruz y Nación Área III, con buques fresqueros y congeladores respectivamente (Firpo et al. 2017). La pesca se desarrolló en 2 sectores de mayor rendimiento, frente a puerto San Julián y en Bahía Grande, este último sector en mayores dimensiones y con mejores rendimientos (Figura 75). En la Tabla 21 se observa el resultado de las campañas por sector.

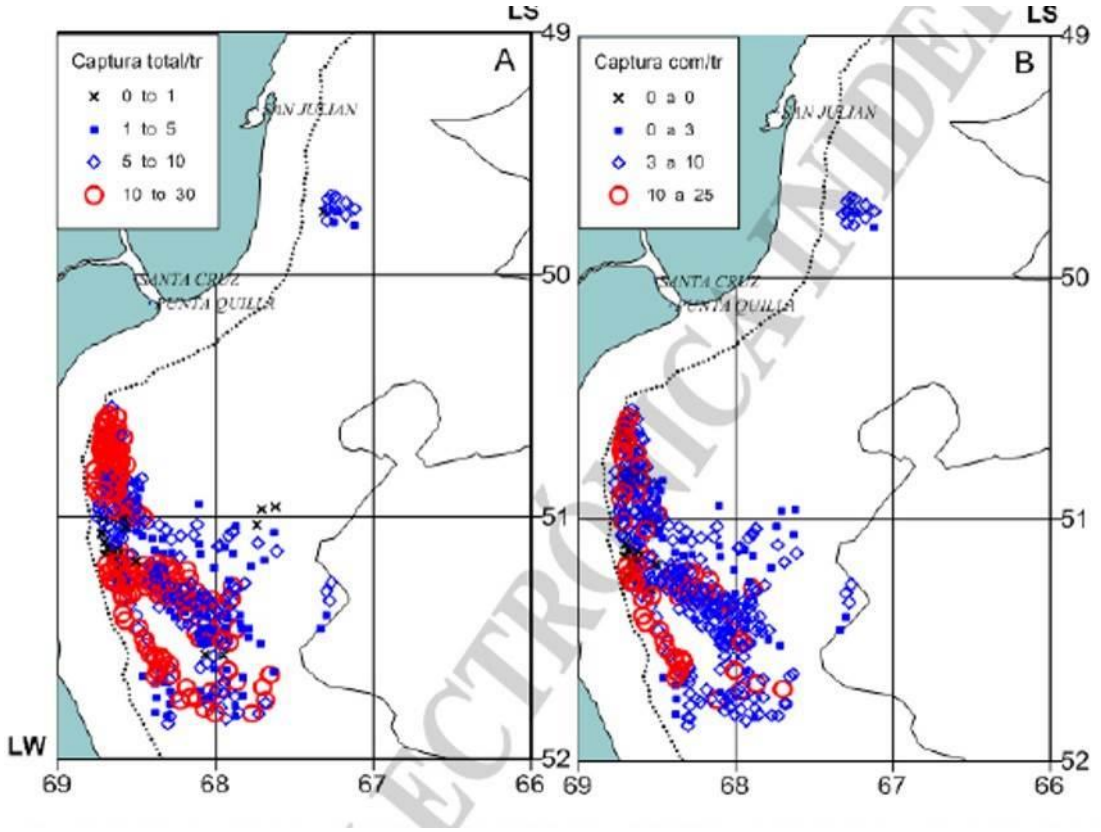


Figura 75. Distribución espacial de las CPUE total, N° individuos totales/trampa (A) y CPUE st (B), N° individuos comerciales /trampa) estandarizados a 3 días de pesca. Temporada de pesca de centolla con buques congeladores, noviembre-diciembre de 2016, en aguas nacionales del Área III. Fuente: Firpo et al. 2017.

Tabla 21. Actividad pesquera de los buques centolleros congeladores en el Área III, por sector temporada 2016-2017. Esfuerzo pesquero expresado en número de trampas (tr), captura total y comercial en número de individuos (N° de ind), CPUE total (N° ind total/trampa y CPUE ST (N° individuos comerciales /trampa) estandarizados a 3 días de pesca. Fuente: Firpo et al. 2017.

Sector	N° lances	Esfuerzo (tr)	Captura total (N°)	CPUE total (sin anillos)	CPUE total (con anillos)	Captura com (N°)	CPUEST com/trp
San Julián	14	2.100	14.415	13,9 ± 1,8	5,8 ± 2,3	12.670	4,1 ± 1,3
Bahía Grande	552	70.629	704.600	18,7±11,5	9,7±5,4	584.270	7,1±5,2
Total	566	72.729	719.015	18,2±11,0	9,6±5,4	596.940	7,0±5,2

Entre el 3 de noviembre y el 9 de diciembre de 2018, se realizó la tercera campaña consecutiva de evaluación, para relevar la distribución y abundancia de centolla en el Área Sur (Firpo et al. 2018). La zona prospectada fue más amplia que en campañas anteriores, incluyendo las jurisdicciones de Santa Cruz, Tierra del Fuego y Nación. Participaron 6 buques congeladores en simultáneo que realizaron 132 lances (Figura 76).

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM
Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

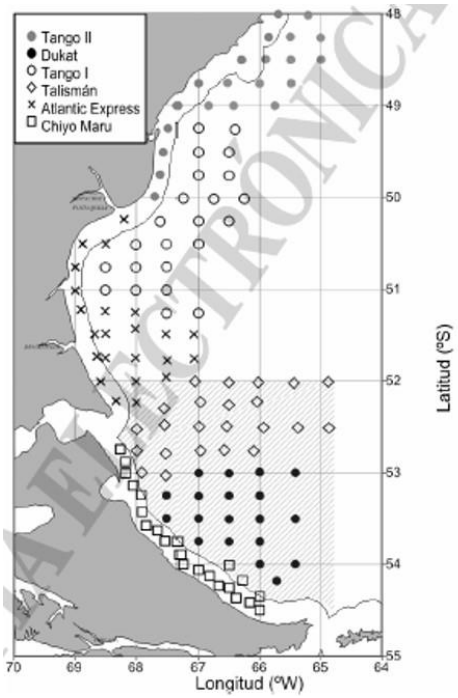


Figura 76. **Distribución espacial de los lances de pesca realizados por cada buque comercial durante la campaña de evaluación de centolla patagónica (*Lithodes santolla*), al sur del 48° S (Área Sur). Primavera 2018. Fuente: Firpo et al. 2018.**

En la
Tabla **22** se resume la información general obtenida durante la campaña por jurisdicción. Las CPUE totales promedio presentaron valores mayores en las jurisdicciones provinciales con un valor medio mayor para Tierra del Fuego. Dentro de la jurisdicción nacional el CPUE total promedio fue de 4.1 individuos por trampa, no obstante, presentó el máximo valor de toda la campaña con 29,3 individuos por trampa. Estos valores fueron inferiores a los estimados en la campaña 2017; la diferencia estuvo en Santa Cruz con una reducción cercana a la mitad, seguida de Tierra del Fuego con una reducción de 2 individuos por trampa y por último en Nación la diferencia fue menor a 1 individuo.

Tabla 22. Capturas y CPUE (N° de ind. por trampa) total y comercial por jurisdicción. Campaña de evaluación de la centolla en el Área Sur, primavera 2018. Fuente: Firpo et al. 2018.

Jurisdicción	Nº lances	Esfuerzo (tr)	Captura total (N°ind.)	CPUE total (sin anillos)	CPUE total (con anillos)	Captura com (Nºind.)	CPUEST com/trp
Nación	95	11.112	29.171	4,1±7,0	2,0±4,0	17.170	1,4±2,5
Santa Cruz	18	2.377	9.099	6,8±7,3	3,1±3,8	3.660	1,7±1,9
Tierra del Fuego	19	1.886	8.786	7,7±8,0	1,8±3,1	834	0,5±0,4
Total	132	15.375	47.056	5,0±7,3	2,1±3,9	21.664	1,3±2,3

ELECTRÓNICA

Las capturas nulas representaron el 28% de los lances y permitieron definir los límites de la distribución de la especie, principalmente al sur del paralelo 52° S y este de los 67° W, en el sector asignado al buque Chillo Maru N°3 (Figura 77). La captura media de centolla por trampa (sin anillos) fue de 5 individuos, con un promedio mayor en Tierra del Fuego de 8 individuos. Los rendimientos comerciales fueron mayores en Santa Cruz seguidos por Nación mientras que los menores correspondieron a Tierra del Fuego. Al comparar los resultados con la campaña de primavera de 2017 se observó una reducción de las CPUE comercial en el sector de Bahía Grande, un incremento de los rendimientos en el sector de Puerto San Julián y un nuevo sector de alto rendimiento cerca del límite norte del área. Esto evidenció cambios en la distribución espacial y variación en la importancia relativa de los núcleos de mayor rendimiento. Las hembras maduras en su mayoría ya habían desovado, una menor proporción, distribuidas principalmente en Tierra del Fuego, portaban huevos y presentaban indicios de muda reciente. Esto indicaría una variación del inicio del ciclo reproductivo en función de la latitud (Firpo et al. 2018).

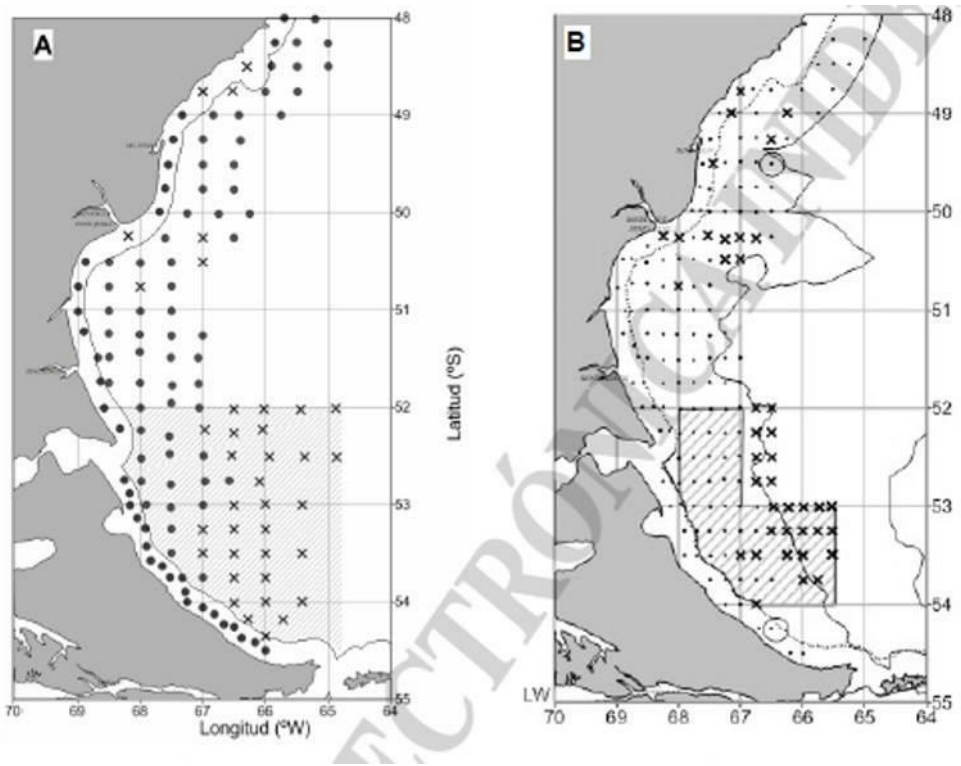


Figura 77. Distribución espacial de las capturas nulas de centolla (X) correspondientes a la campaña de evaluación de la centolla en primavera 2018 (A) y primavera 2017 (B). Se destaca en ambos mapas el sector de pesca asignado al Buque Chiyo Maru N° 3, en cada temporada (sombreado) y con un círculo los lances sin captura de individuos comerciales. Fuente: Firpo et al 2018.

Los resultados reafirmaron las características principales del Área Sur: muy alta proporción de individuos comerciales en las capturas, reducida presencia de hembras, principalmente en la jurisdicción nacional donde la profundidad es mayor, y escasos núcleos de alto rendimiento comercial (Firpo et al. 2018).

En la Figura 78 se observa la distribución de los desembarques comerciales de centolla 2013-2017, para el área de estudio del Proyecto la pesquería se centra principalmente en el tercer y cuarto trimestre del año. Según las campañas más recientes el área de adquisición de datos sísmicos presenta pocas (Firpo et al. 2017) o nulas (Firpo et al. 2018) capturas de centolla, sin embargo, se requieren más estudios para seguir analizando la variación interanual del recurso.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM
Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

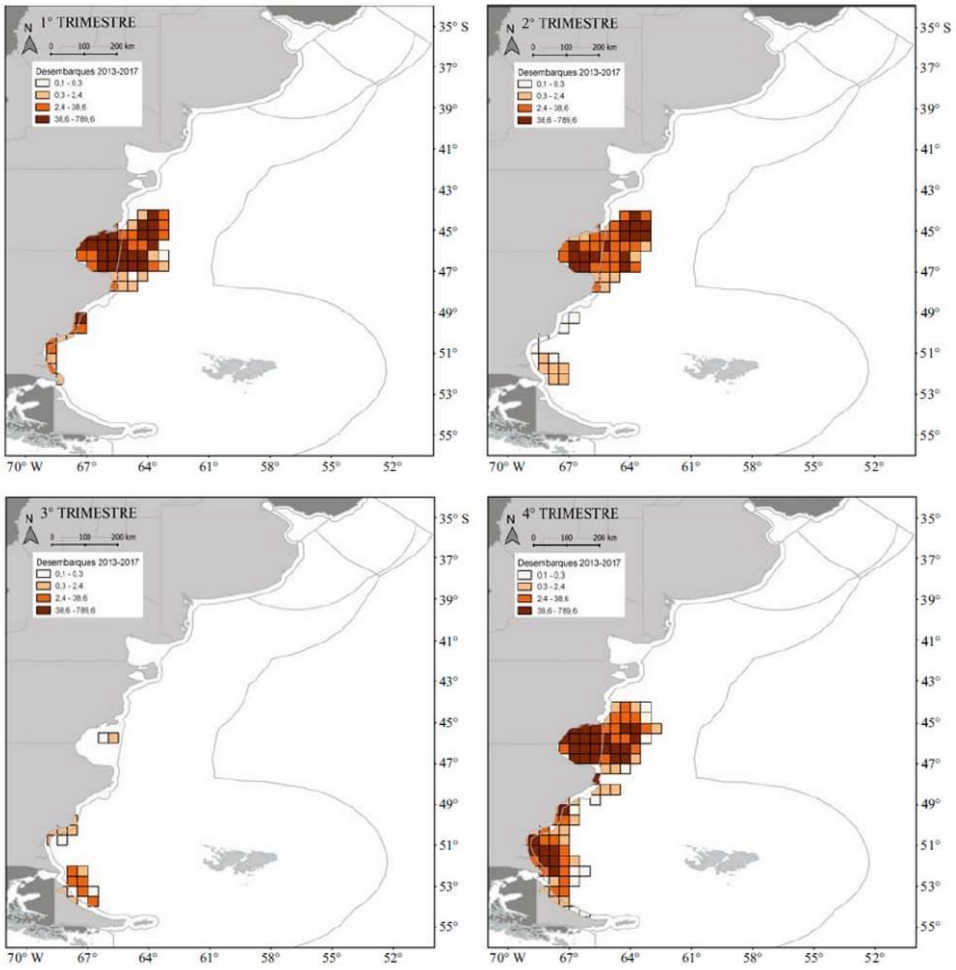


Figura 78. Distribución estacional de los desembarques (t) comerciales de centolla *Lithodes santolla*, provenientes de la flota centollera durante el período 2013-2017. Fuente: Allega et al. 2020.

El incremento del esfuerzo pesquero trajo como consecuencia la aparición de signos incipientes de sobreexplotación reflejados en una reducción de las capturas, acortamiento de la temporada de pesca, decrecimiento de los rendimientos comerciales (captura por unidad de esfuerzo) y reducción de la fecundidad. En este sentido, se han adoptado diversas medidas de manejo tendientes a mejorar el estado del recurso que incluyen una ampliación del periodo de veda (protegiendo eventos reproductivos), la incorporación de una captura biológicamente aceptable pro temporada de pesca, utilización de trampas con anillos de escape como único arte de pesca autorizado y obligatoriedad de devolver al agua con vida a los juveniles y hembras (Allega et al. 2020).

4.1.5 Comunidades bentónicas en el área de adquisición de datos sísmicos AUS_105 -106 y MLO_121

Se realizó una búsqueda bibliográfica de campañas realizadas recientemente por CONICET y el INIDEP para el área de estudio, asimismo se utilizó la herramienta disponible en el Geoportal de SHN (http://geoportal.ddns.net/#/burdwood) para completar la búsqueda.

Las campañas procesadas fueron en su mayoría del Buque Oceanográfico Puerto Deseado (BO) que realizó muestreos de las comunidades bentónicas en Tierra del Fuego, Banco Burdwood, y zonas adyacentes (Lovrich et al. 2010, Riccialdelli et al. 2012, Schejter et al. 2014; Schejter et al. 2017). Luego, se realizó una selección de aquellas estaciones de muestreo más próximas al área de adquisición de datos sísmicos AUS_105-106 y MLO_121. En la Figura 79 se observa el recorrido del BO en 2017, a modo de ejemplo, donde los puntos 37 a 41 corresponden a las estaciones más cercanas al área de adquisición de datos sísmicos y fueron las estaciones seleccionadas para armar el listado de los invertebrados.

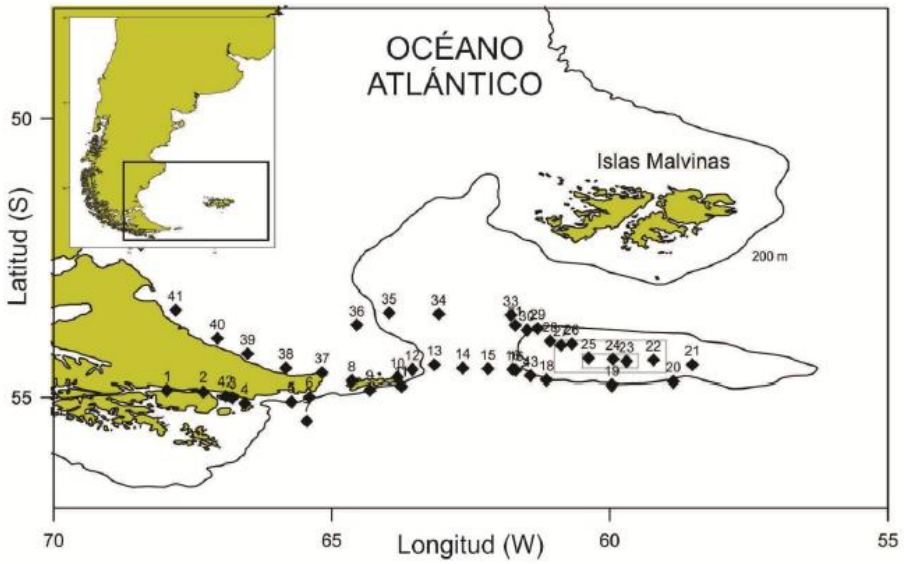


Figura 79. Localización general de las estaciones muestreadas durante la campaña PD BB ABR 2017 a bordo del BO Puerto Deseado.

En la Figura 80 se observa fotografías de las capturas de todos los lances realizados con la red de pesca, en una zona cercana al área de adquisición de datos sísmicos.



Figura 80. Fotografías de las capturas cercanas al área de adquisición de datos sísmicos.

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 Poríferos, Cnidarios, Nemertinos, Moluscos, Poliquetos, Priapúlidos, Crustáceos, Pantopodos, Briozoos, Equinodermos y Ascidias. El detalle por grupo se puede consultar en la Tabla 23.

Tabla 23. Lista de la fauna bentónica obtenida con red de pesca frente a Tierra del Fuego. Fuente: elaboración propia.

Grupo taxonómico	BO 2010	BO 2012	BO 2014	BO 2017
Porífera	X	X		X
Cnidaria				
Hydroidea	X	X	X	X
Actiniaria	X	X		
Gorgonaria	X			
Scleractinia	X			
Nemertini	X			X
Mollusca				
Bivalvia	X		X	X
Gastropoda	X		X	X
Cephalopoda/Octopoda	X	X	X	X
Polychaeta	X	X		
Priapulida	X			
Crustacea				
Decapoda	X	X		X
Cirripedia			X	
Peracarida			X	X
Isopoda	X	X		
Pantopoda	X			
Bryozoa	X	X	X	X
Echinodermata				
Ophiuroidea	X	X	X	X
Asteroidea	X	X	X	X
Echinoidea	X	X	X	X
Holothuroidea	X			X
Ascidiacea	X	X	X	X

No hay especies endémicas comprobadas hasta ahora en el Área de Estudio Detallada. Tampoco se registraron Ecosistemas Vulnerables, sin embargo, algunas estaciones de muestreo de las campañas registradas son importantes en cuanto a su elevada biodiversidad de invertebrados.

4.2 PLANCTON

El plancton corresponde al grupo de organismos acuáticos que se mueven con la columna de agua. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton). El fitoplancton está compuesto por algas planctónicas que representan la base de la red alimenticia de los ecosistemas acuáticos. Por su parte, el zooplancton está constituido por organismos, fundamentalmente microinvertebrados, cuyo ciclo biológico se desarrolla por completo en el plancton (holoplancton); y por organismos que forman parte del plancton solamente durante una parte de su ciclo de vida (meroplancton), como ser huevos y estadios larvales de invertebrados y vertebrados.

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.

4.2.1 Fitoplancton

En Algunas zonas del océano se produce el encuentro de masas de agua de diferentes características y donde los cambios en las propiedades del agua (principalmente salinidad, temperatura o tubidez) se intensifican y alcanzan el máximo gradiente. Estas áreas denominadas zonas frontales presentan una alta productividad biológica (Figura 81). Los sistemas frontales se caracterizan por un flujo de energía que ingresa al ecosistema a través del fitoplancton, atravieza el zooplancton y fluye hacia los niveles tróficos superiores, entre los cuales se encuentran los recursos pesqueros. En la zona Economica Exclusiva Argentina (ZEEA) se ha observado que los diversos grupos que se incluyen dentro del zooplancton tienden a presentar patrones de distribución espacial que se solapan con la posición de las áreas frontales más importantes de la región (Sabatini et al. 2004, Cepeda et al. 2018, Allega et al. 2020).

La distribución de la biomasa de fitoplancton en la ZEEA se puede describir a través de imágenes compendiadas de clorofila derivadas de satélites. Aunque la concentración de clorofila es solo un indicador de biomasa de fitoplancton, y su estimación satelital tiene un error medio aceptado, su ventaja reside en que permite una cobertura espacial sinóptica. Las mayores concentraciones se dan a lo largo del frente de talud continental en la región próxima a Peninsula valdés y en Bahía Grande (Lutz et al.2010, Segura et al. 2013, Dogliotti et al. 2014, Allega et al. 2020).

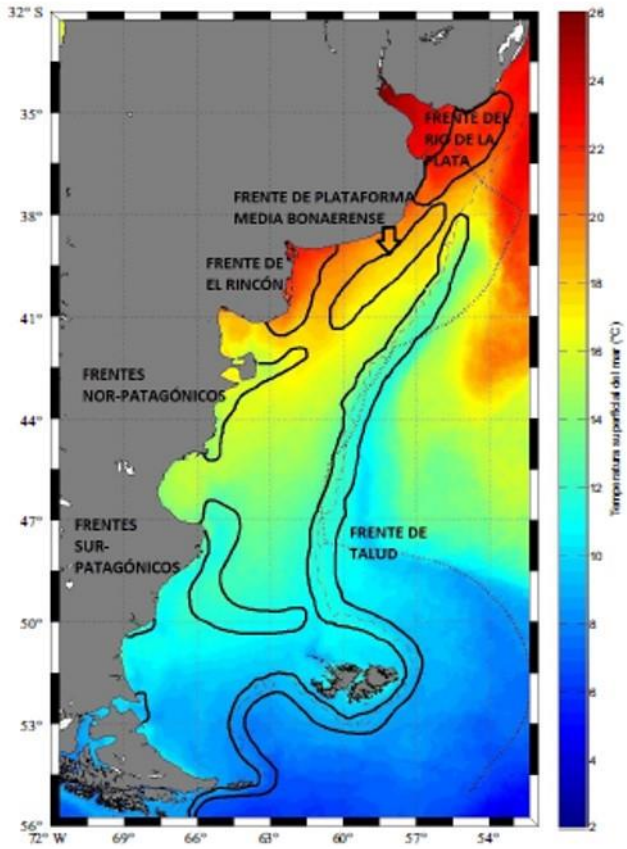


Figura 81.Esquema de las principales zonas frontales de la ZEEA, realizado sobre la base de un mapa de temperatura superficial del amr. Fuente: Allega et al. 2020.

La producción fitoplanctónica varía en función de las dos corrientes características de la zona. En este sentido, las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil muestran una reducida concentración de clorofila, entre 0,02 y 0,20 mg/m^3 (Campagna, Verona y Falabella, 2006). En cambio, en aquellas aguas bajo el dominio de la Corriente de Malvinas, se observa una alta concentración de clorofila, la cual oscila entre 0,20 y 2,25 mg/m^3.

Si bien, en líneas general existe una importante concentración de clorofila, y por lo tanto, de fitoplancton a lo largo de la Corriente de Malvinas, existen determinadas zonas en donde la concentración se vuelve muy importante. Una de ellas la constituye el sector donde se produce la confluencia de las corrientes Brasil/Malvinas, en donde se mezclan aguas subtropicales y subantárticas, determinando importantes gradientes físico-químicos y favoreciendo la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema. La alta concentración de clorofila no se limita sólo a los frentes en la zona de confluencia Brasil/Malvinas, sino que alcanza también las aguas más homogéneas. La productividad se sustenta en el hecho que ambas corrientes aportan elementos que favorecen el crecimiento y la concentración del fitoplancton. La corriente de Malvinas aporta aguas subantárticas ricas en nutrientes, y la de Brasil, la estabilidad requerida para el crecimiento del fitoplancton (Campagna, Verona, y Falabella, 2006).

Otros de los puntos en donde se registran de manera bien definidas las mayores concentraciones de clorofila del Atlántico Sudoccidental 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).

En relación a la composición del fitoplancton, en las aguas cálidas cercanas a los frentes, esta comunidad está dominada por flagelados y pocas especies de diatomeas. Puntualmente, las diatomeas que se presentan mayormente en este sector corresponden a las de las zonas templadas (*Leptocylindrus, Pseudonitszchia, Rhizosolenia, Fragilariopsis y pequeños Chaetoceros y Odontella*). En cuanto a la población de dinoflagelados, en esta zona está conformada por una mezcla de especies heterotróficas de aguas frías y subtropicales. También abundan unas pocas formas autotróficas que contribuyen al máximo de clorofila que se registra en estas aguas. En las aguas superficiales en las que los valores de clorofila son altos, entre los 38º y los 40º S, se encuentran foraminíferos propios de aguas frías (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*) en mayor proporción que los observados al N o al S de dicha posición (Campagna, Verona, y Falabella, 2006).

La composición fitoplanctónica en los alrededores de las Islas Malvinas está compuesta principalmente por diatomeas y algunos dinoflagelados (Burkholder y Sieburth, 1959). Puntualmente la población de diatomeas en esta zona es más diversa que en la zona de confluencia y se encuentra dominada por especies de aguas frías de los géneros Pseudonitszchia, Rhysozolenia, Fragilariopsis y Thalassiosira, entre otros (Campagna, Verona, y Falabella, 2006). En este sentido, en una expedición focalizada sobre diatomeas en puntos cercanos a las Islas Malvinas (aproximadamente 2-4 km offshore de las mismas) (Ingram Hendley, 1937 en: Perry, 2005), se registraron 10 especies de diatomeas. De hecho, al Sur de los 44º S hay relativamente pocas especies y un marcado aumento de las diatomeas en comparación con la dominancia de los dinoflagelados, ciliados y crustáceos. Esto se corresponde con una tendencia ya conocida que indica que a mayores latitudes las diatomeas comprenden un componente significativo del fitoplancton (Barnes y Hughes, 1988 en: Perry, 2005).

En el Sur de la plataforma continental, se produce el ingreso de aguas frías y ricas en nutrientes a partir de la rama Oeste de la Corriente de Malvinas. Allí, el principal factor regulador del crecimiento fitoplanctónico es la penetración de la luz, factor asociado con la estabilidad de la columna de agua. Si bien la plataforma continental en los alrededores de Malvinas presenta una concentración de fitoplancton 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).

El área de adquisición de datos sísmicos se ubica en el frente surpatagónico (Cepeda et al., 2018), y el frente de productividad más cercano es el de Bahía Grande (Romero, 2008).

El frente patagónico sur abarca desde el sur del Golfo San Jorge hasta Tierra del Fuego, formado por una serie de frentes de marea costeros. Aunque con bajos aportes continentales, la región se caracteriza por baja salinidad costera causada por la penetración de las aguas del Pacífico que ingresan a la plataforma por el Estrecho de Magallanes, canales fueguinos y sur de Tierra del Fuego. Esta zona, en donde se detectan altas concentraciones de fitoplancton y zooplancton conforma áreas de concentración de alimento y cría para diversos recursos pesqueros como la sardina fueguina, merluza de cola, langostino y centolla, entre otros. La diversidad hidrográfica determina una gran heterogeneidad de hábitats para diferentes grupos zooplanctónicos, los cuales se caracterizan por presentar tamaños mayores en las aguas más australes (por ejemplo, cópepodos *Calamus australis*, *Drepanopus forcipatus*, eufásidos y anfípodos) (Allega et al., 2020).

En la Figura 82 se observa la distribución media de clorofila-a satelital (1998-2004) donde pueden identificarse los 6 frentes de alta productividad del mar argentino El frente más cercano al área de adquisición de datos sísmicos es el de Bahía Grande, localizado por fuera del área de influencia directa (Romero, 2008).

.

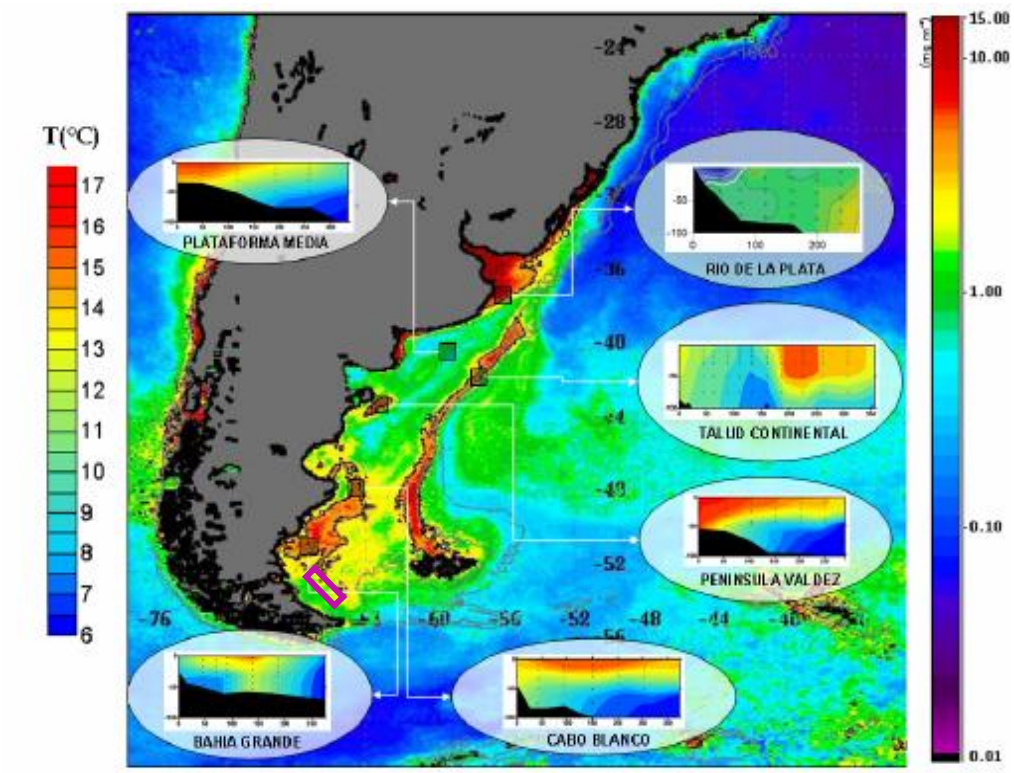


Figura 82. Distribución media de clorofila-a satelital (1998-2004) donde pueden identificarse los 6 frentes de alta productividad del mar argentino. Fuente: Romero, 2008. El recuadro violeta indica el área de adquisición de datos sísmicos.

En la Figura 83 se observa un mapa en detalle de la distribución de Clorofila superficial de CSAT (mg/m-3) de verano en la Bahía de Río Grande. En verano, estos máximos están ubicados al norte de 52° y se extienden hacia el norte a lo largo de una franja relativamente ancha hasta aproximadamente los 46° (Romero, 2008). Para el sector sur de la Plataforma el área más cercana con máximos de CSAT se encuentra entre Cabo Blanco y Puerto San Julián, alejadas del área de adquisición de datos sísmicos.

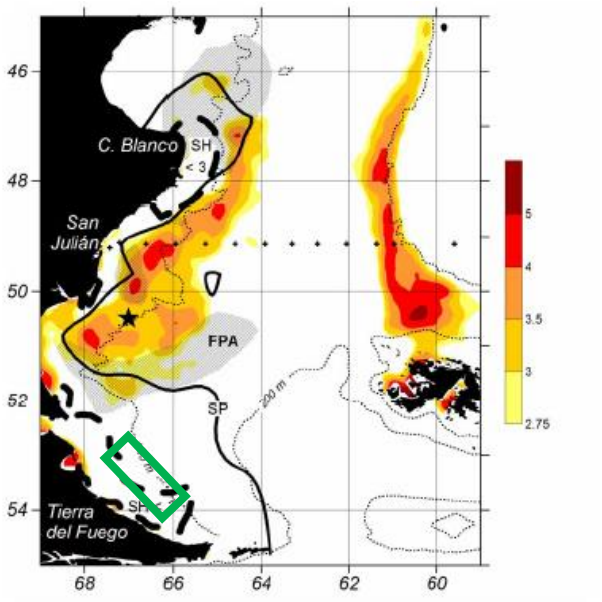


Figura 83. Clorofila superficial de CSAT (mg/m-3) de Verano en Bahía Grande. FPA indica la posición del frente de Patagonia austral. La línea gruesa a trazos encierra la región con bajo parámetro de Simpson Hunter. Fuente: Romero, 2008. El recuadro verde representa el área adquisición de datos sísmicos.

En la Figura 84 se pueden observar los mapas de distribución de clorofila satelital, indicador de la biomasa de fitoplancton (Allega et al., 2020). Se observa un florecimiento del fitoplancton en casi toda la plataforma durante la primavera, debido al incremento de la radiación solar, la estratificación de la columna de agua en muchos lugares (permitiendo al fitoplancton permanecer en la capa iluminada) y la disponibilidad de nutrientes que fueron distribuidos en toda la columna por la mezcla invernal. Las mayores concentraciones se registran a lo largo del frente de talud continental, en la región próxima a Península Valdéz, y en Bahía Grande. Durante el verano los valores de clorofila disminuyen (en gran medida por empobrecimiento de nutrientes) en la región de la plataforma media y se concentran en el talud y Patagonia Austral, así como en la zona sur de Península Valdéz. Durante el otoño la concentración de clorofila baja en toda la región, pero permanecen los valores medios en toda la plataforma (hasta el talud) con focos en regiones costeras. En el invierno se dan las concentraciones más bajas, principalmente debido a la baja radiación solar y a la activa mezcla de la columna de agua. No obstante, en la zona norte se evidencia el comienzo de la floración primaveral. Este patrón general de distribución presenta variabilidad intra e inter-anual (Negri et al., 2010)

Se concluye que si bien el área de influencia directa del área AUS_105-106 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.

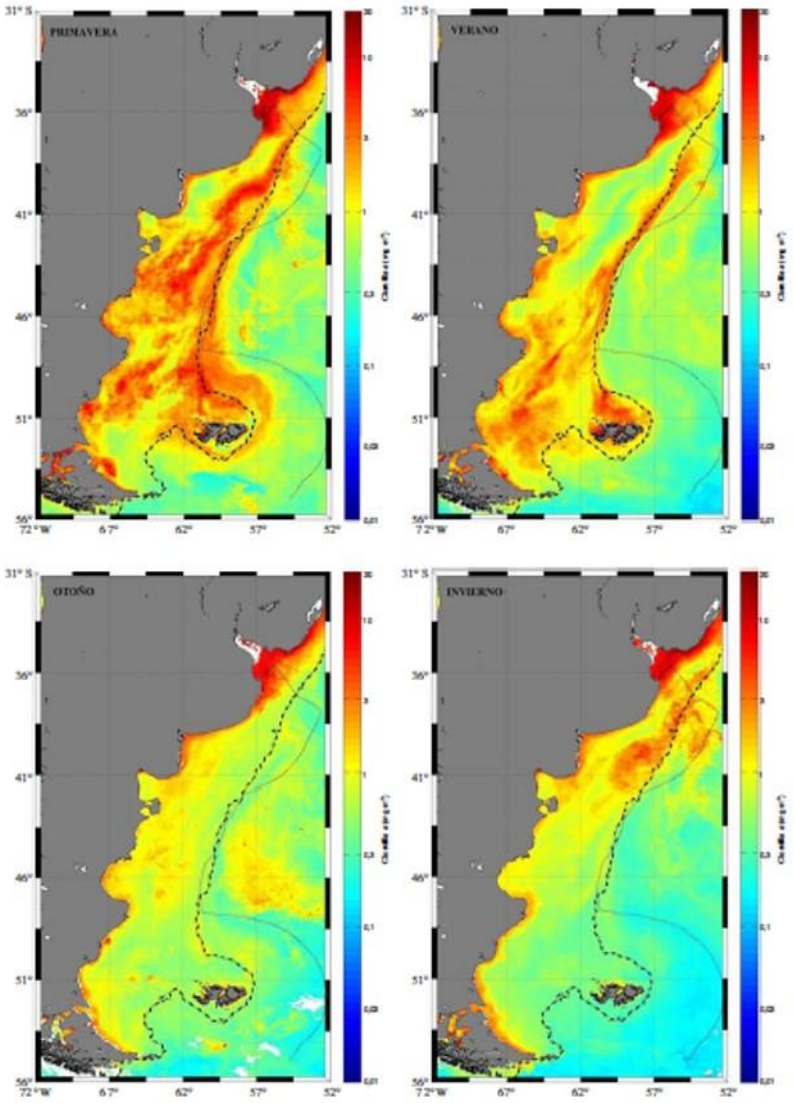


Figura 84. Mapas de distribución de clorofila satelital en las cuatro estaciones de 2018: verano (enero-febrero-marzo), otoño (abril-mayo-junio), invierno (julio-agosto-septiembre) y primavera (octubre-noviembre-diciembre). Imágenes MODIS AQUA de 4 km de resolución compuestos cada 3 meses, procesadas por el Subprograma de sensoramiento Remoto del INIDEP. Fuente: Allega et al., 2020.

4.2.2 Zooplancton

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.

En las aguas de las corrientes de Malvinas y Brasil viven más de 1.000 especies de zooplancton marino. La mayoría de las especies son escasas y la representación en grupos taxonómicos es desigual: más del 80 % de los individuos corresponden a menos del 20 % de las especies. En la Figura 85 se observa la cantidad de especies de varios grupos zooplantónicos para el océano mundial y el Mar Argentino y sus adyacencias (Boltovskoy et al 1999).

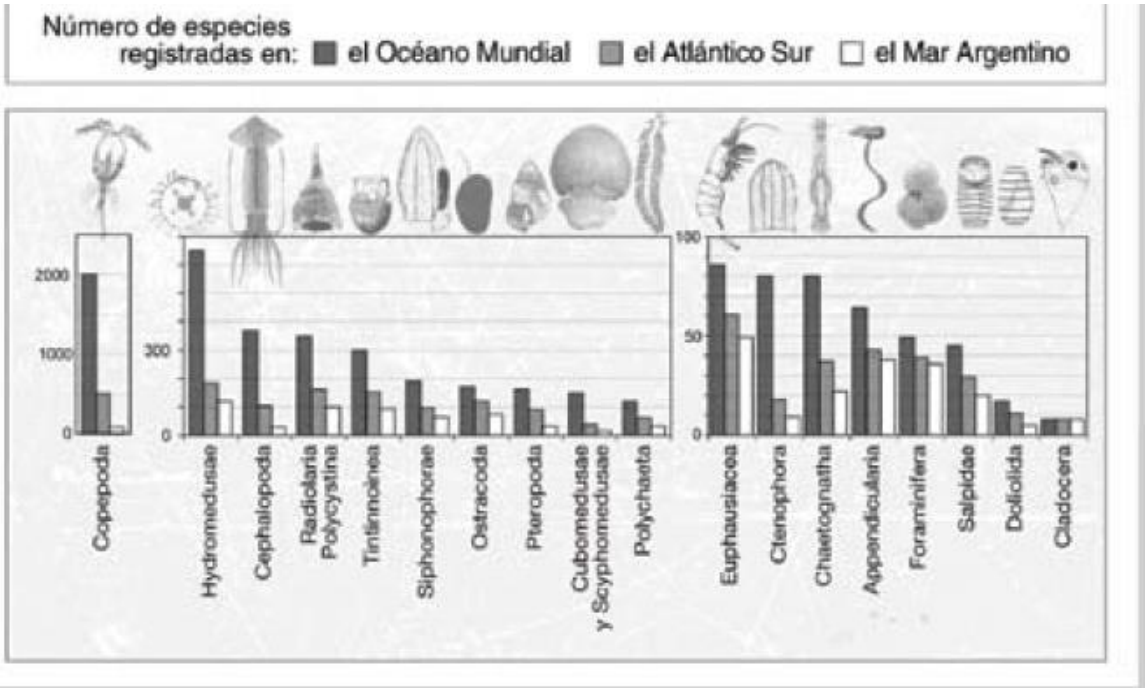


Figura 85. Diversidad del zooplancton comparando el océano, el mar patagónico y sus adyacencias Fuente: Boltovskoy et al. 1999.

La producción zooplanctónica varía de manera conjunta con la fitoplanctónica. Las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil, las cuales presentan una reducida concentración de fitoplancton, presentan también bajas densidades de zooplancton, entre 0,01 y 0,10 ml/m^3. En cambio, donde predominan las aguas de la Corriente de Malvinas, caracterizadas por una alta concentración de fitoplancton, se observa una abundancia de zooplancton mayor, entre 0,31 y 0,78 ml/m^3 (Campagna, Verona, y Falabella, 2006).

La importante producción primaria observada en los alrededores de las Islas Malvinas, sostiene las más altas densidades de zooplancton registradas en la zona, especialmente en el borde Norte de la plataforma que rodea al archipiélago durante el verano. Dicha zona constituye un área de alimentación para muchas especies de peces y moluscos. La circulación de corrientes en los alrededores, constituye el medio de transporte para la dispersión de sus larvas. En aguas costeras, entre los 50º y los 55º de latitud Sur, también se registra un incremento en la concentración del zooplancton (Campagna, Verona, y Falabella, 2006).

Cepeda y colaboradores (2018) realizaron una revisión de la información disponible sobre la diversidad y ecología del zooplancton del Océano Atlántico Sur. El foco estuvo en los copépodos y secundariamente los anfípodos hyperidos y eufásidos. En este trabajo se consideró la estructura y dinámica de las comunidades zooplanctónicas en relación a las masas de agua, áreas frontales y circulación en general, específicamente en la plataforma norte, el sistema frontal Valdéz y la plataforma sur. En la Figura 86 se observa el detalle de la abundancia relativa en el área de estudio.

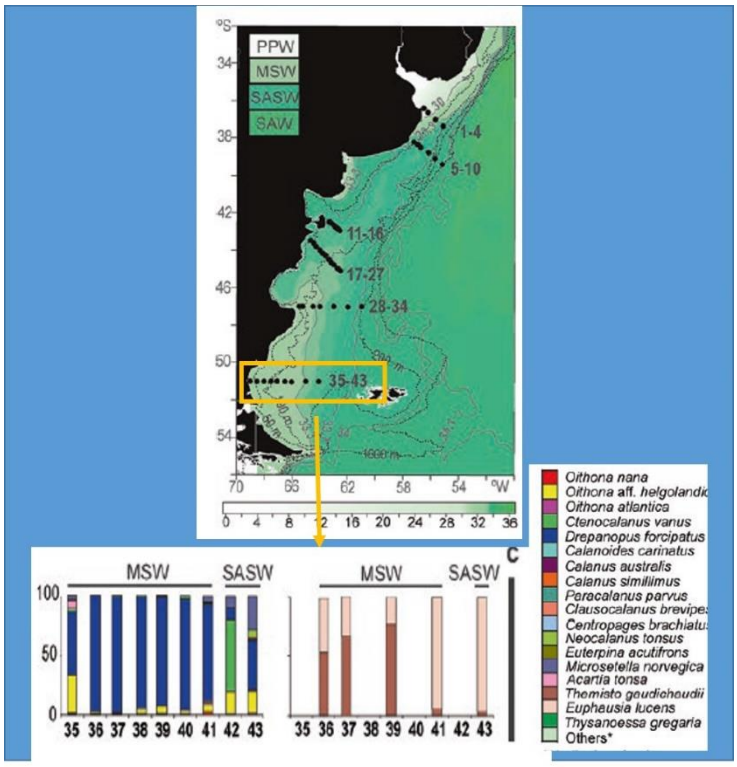


Figura 86. Abundancia relativa de las especies de copépodos y macrozooplancton a lo largo de distintas transectas que atraviesan la plataforma. El recuadro naranja indica la transecta de la plataforma sur, cercana al área de adquisición de datos sísmicos. MSW: Aguas del Estrecho de Magallanes; SASW: Aguas de la plataforma subantártica.

En la Figura 87 se observa la distribución y abundancia de las principales especies presentes en toda la plataforma (Cepeda et al. 2018). Con abundancias variables a lo largo de las estaciones, los componentes principales de la plataforma patagónica sur son para la zona 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 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 (Ramirez 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 (Figura 87).

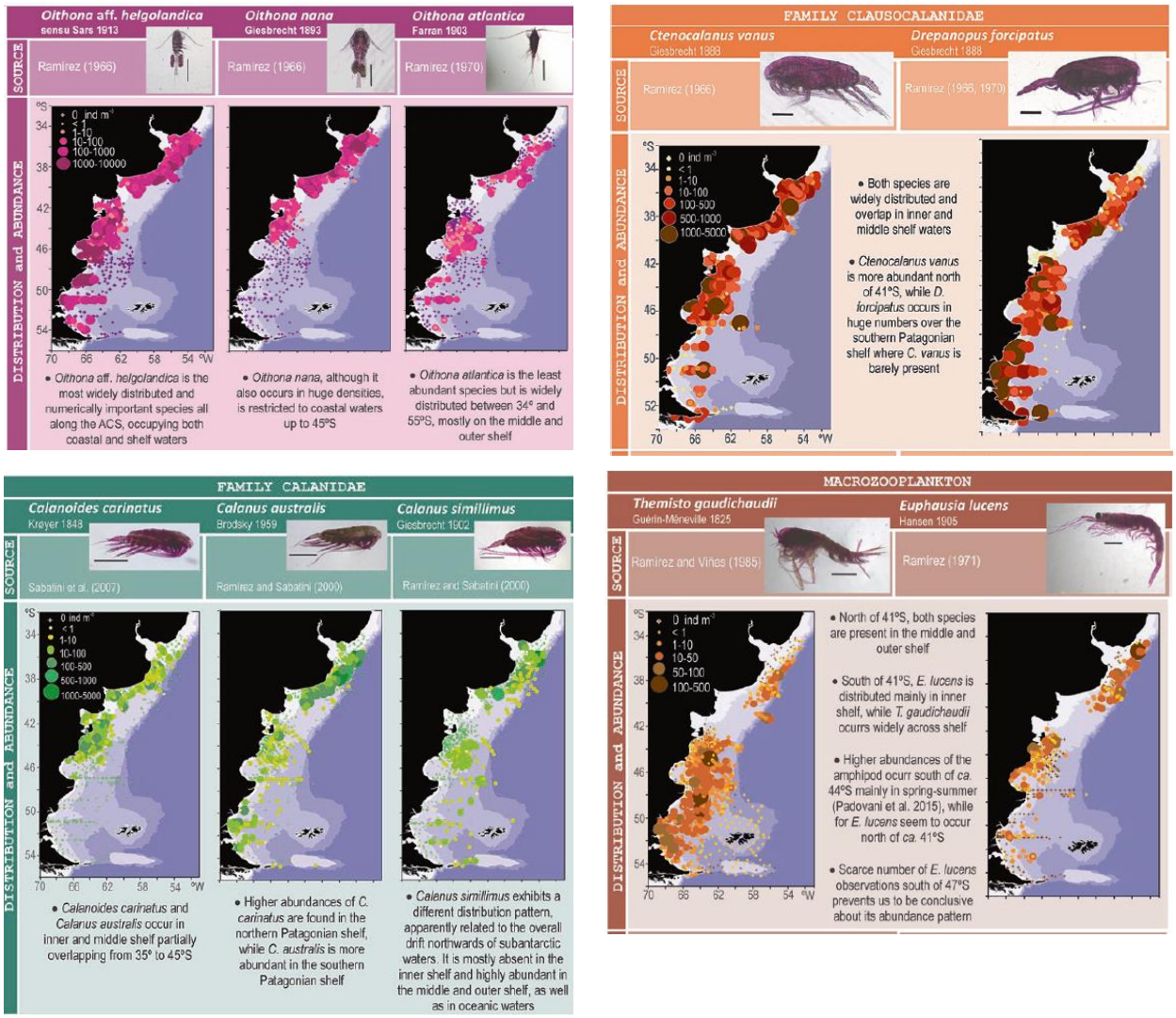


Figura 87. Distribución y abundancia de especies del zooplancton en el Mar Argentino. Fuente: Cepeda et al. 2018.

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).

La mayoría de las especies de copépodos muestran estructuras poblacionales diferenciadas para las áreas norte y sur de la plataforma patagónica sur, estas diferencias también se aplican a las actividades de alimentación y reproducción de las poblaciones de *D. forcipatus* y *C. australis* (Antacli et al. 2014; Sabatini et al. 2016). Esto probablemente se deba en gran parte a la importancia de la temperatura, que tiene un marcado gradiente latitudinal a lo largo de la plataforma patagónica sur, más fría hacia el sur (Sabatini et al. 2004).

La abundancia total de mesozooplancton aumenta aproximadamente 2.5 veces desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano y luego disminuye al menos cuatro órdenes de magnitud en invierno. En todas las estaciones, los copépodos representan más del 70 al 80% de todo el mesozooplancton en la mayor parte de la plataforma patagónica sur. Aunque las diferencias estacionales en la abundancia son sorprendentes, la distribución espacial de mesozooplancton es muy similar a lo largo de la temporada, con concentraciones relativamente más altas principalmente en Bahía Grande y sus alrededores. La biomasa de los productores primarios aumenta localmente en esta área durante los meses de abril y verano (Lutz et al. 2010; Dogliotti et al. 2014), y grandes biomasas de mesozooplancton se registran de manera recurrente al final de la temporada productiva (Sabatini 2008: Antacli 2014).

La influencia de la corriente de Malvinas y el fuerte forzamiento de las mareas en la dinámica frontal local parecen fortalecerse en Bahía Grande y probablemente estén generando un área de recirculación rica en nutrientes (Sabatini 2004; Piola 2018). Allí una proporción significativa de la producción puede retenerse a escalas temporales, permitiendo el desarrollo de abundantes productores primarios y secundarios (Sabatini et al. 2016).

Los análisis a nivel poblacional de especies claves como los copépodos de tamaño mediano y grande (*D. forcipatus* y *C. australis)* y anfípodos (ejemplo *T. gaudichaudii)*, indican una alta productividad durante la primavera y principios del verano, siendo el final del verano el inicio de la temporada menos productiva en la plataforma sur patagónica, con la prevalencia de la red trófica microbiana, mostrando condiciones limitantes para los copépodos (Lutz et al. 2010: Antacli 2014). En esta época del año, la población de los dos copépodos dominantes (en gran parte copepoditos C4 y C5) almacenan lípidos, y las especies se distribuyen de manera diferente en la columna de agua. La mayor parte de la población de *D. forcipatus* se concentra en las capas superiores hasta 50 m, mientras que *C. australis* se retira a aguas más profundas, incluso cerca del fondo. Los resultados del muestreo sugieren que mientras *D. forcipatus* todavía se alimenta en la columna de agua superior, la mayor parte de la población de *C. australis* puede estar entrando en un período de metabolismo detenido en la profundidad y, por lo tanto, no se alimenta o apenas lo hace (Sabatini et al. 2008). A finales del verano las hembras adultas y los copépodos tardíos de *D. forcipatus* y *C.australis* muestran una baja actividad de alimentación, aunque ambas poblaciones muestran algo de desove en curso (Antacli et al. 2014). La dieta de las hembras adultas durante el final del verano, basadas en análisis del contenido intestinal, indican que *D. forcipatus* se alimenta de forma oportunista de las partículas más pequeñas, pero más abundantes del ambiente. El contenido intestinal de *C. australis* sugiere una ingestión relativamente mayor de presas autótrofas, particularmente diatomeas grandes. La capacidad de ingerir pequeñas partículas de alimentos podría proporcionar a *D. forcipatus* una ventaja importante sobre los copépodos más grandes y tal vez sea una de las razones de su abrumadora abundancia numérica en algunas áreas de la plataforma patagónica sur (Antacli et al. 2014).

Por su parte, el hyperido *T. gaudichaudii* alcanza su mayor biomasa en esta área de la plataforma (Sabatini y Alvarez Colombo 2001; Padovani et al 2015), donde su población se desarrolla sobre la base de concentraciones muy elevadas de copépodos como alimento y temperaturas adecuadas del agua. Se han reportado biomasas muy grandes de este anfípodo en el área de la Bahía Grande sobre la plataforma interior y media, principalmente en verano-otoño (Sabatini y Alvarez Colombo 2001). La población local tiene un período reproductivo más extenso (primavera-verano), un mayor número de cohortes (dos principales) y un tamaño de madurez menor (alrededor de 10 mm) que otras poblaciones de *T. gaudichauddi* en latitudes similares. Ésta adaptación favorecería mayores abundancias, ubicando el sistema de plataforma sur patagónica entre los más favorables para el desarrollo de este anfípodo en cualquier parte de su rango de distribución global (Padovani et al. 2015). *T. gaudichaudii* sustenta firmemente a la comunidad de peces planctívoros y calamares de la zona (Padovani et al. 2012). Debido a esta relevancia trófica, *T. gaudichaudii* se ha postulado como una especie de "cintura de avispa", canalizando el flujo de energía en una cadena alimentaria corta y eficiente, papel similar al del krill en aguas antárticas.

Sabatini (2008) estudio la estructura de la comunidad zooplanctónica de la plataforma austral a partir de muestras obtenidas en marzo-abril del 2000 (Figura 88). Los resultados obtenidos sobre las concentraciones de biomasa zooplanctónica total, integradas en la columna de agua, indican que variaron entre 1,0 y 14,5 g m^{-2} (peso seco) y alcanzaron valores máximos en aguas de la plataforma media y externa, frente a Bahía Grande (51° S). La fracción de menor tamaño < 5 mm, compuesta esencialmente de copépodos constituyó, en promedio, el 45 % del total; los anfípodos y eufásidos representaron el 20 % y 31 %, respectivamente (Figura 88). Los anfípodos fueron casi exclusivamente *Themisto gaudichaudii* y las especies más abundantes de eufaúsidos resultaron *Euphausia lucens* y *Thysanoessa gregaria*. *Drepanopus forcipatus*, *Calamus australis* y *Oithona* spp. constituyeron los copépodos dominantes, con gran abundancia del primero en toda el área que representó, en promedio, el 85% del mesozooplancton.

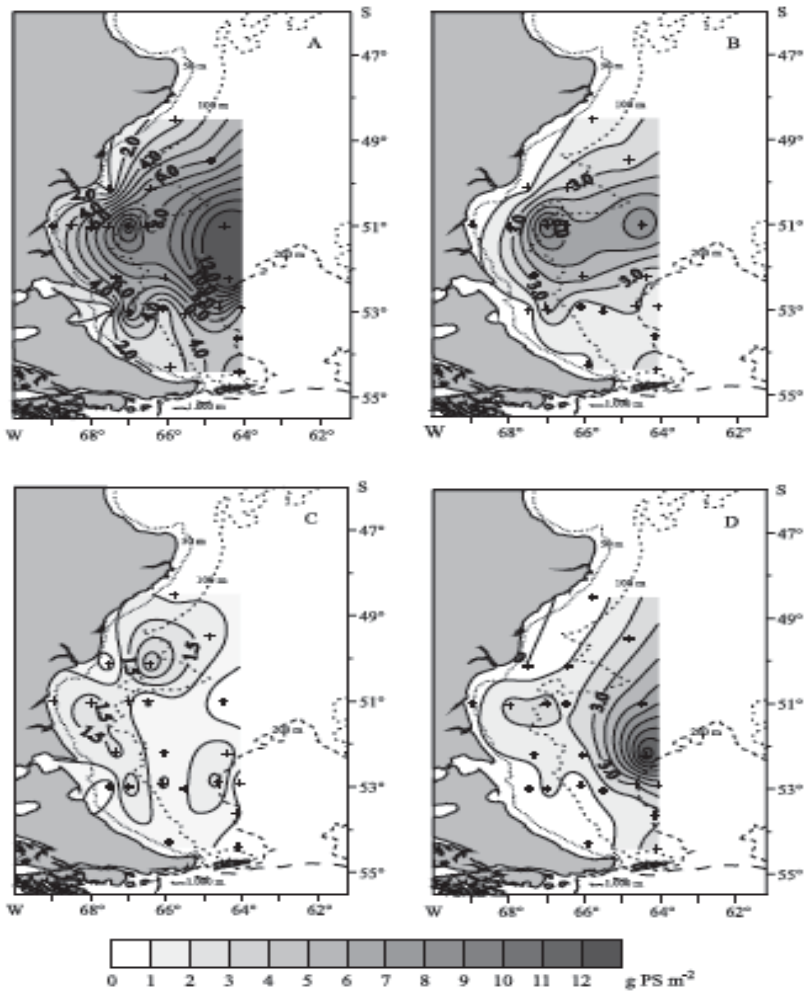


Figura 88. Distribución de la biomasa total del zooplancton en aguas de la plataforma. A- biomasa total, B- fracción < 5mm, C-anfipodos y D-eufásidos. Fuente: Sabatini, 2008.

En la Figura 89 se observa la biomasa de copépodos. Las mayores abundancias de *Drepanopus forcipatus* se registraron en las aguas externas de Bahía Grande y mostraron una notoria disminución hacia las zonas del interior y al norte de la misma. Las concentraciones de *Calamus australis* y *Oithona* spp., aunque mucho más bajas, se distribuyeron de forma más homogénea en toda el área de estudio. La distribución de las distintas poblaciones en la columna de agua varió según las especies; *Drepanopus forcipatus* y *Oithona* spp se concentraron esencialmente en las capas superiores hasta los 50 m; *Calanus australis* se distribuyó entre esa profundidad y las proximidades del fondo. Las poblaciones de copépodos estuvieron compuestas en su mayoría por copepoditos avanzados (Sabatini et al. 2008).

Drepanopus forcipatus fue la especie de mayor dominancia numérica, seguida en importancia por *Oithona* sp. Las mayores abundancias de *D. forcipatus* en el total de la columna de agua se registraron en aguas externas de la Bahía Grande (1.200-1.700 10^3 individuos m^{-2}) y disminuyeron notoriamente hacia el interior y norte de la misma (100-900 10^3 individuos m^{-2}) y aún más hacia el sur del área de adquisición de datos sísmicos (100-500 10^3 individuos m^{-2}). En cambio, *Calanus australis* estuvo más homogéneamente distribuido en toda el área, aunque en concentraciones mucho menores (rango 1.000-6.000 individuos m^{-2}); las densidades máximas se registraron en el área interna de la Bahía Grande y las mínimas en aguas de plataforma alejadas de la costa (Sabatini et al. 2008).

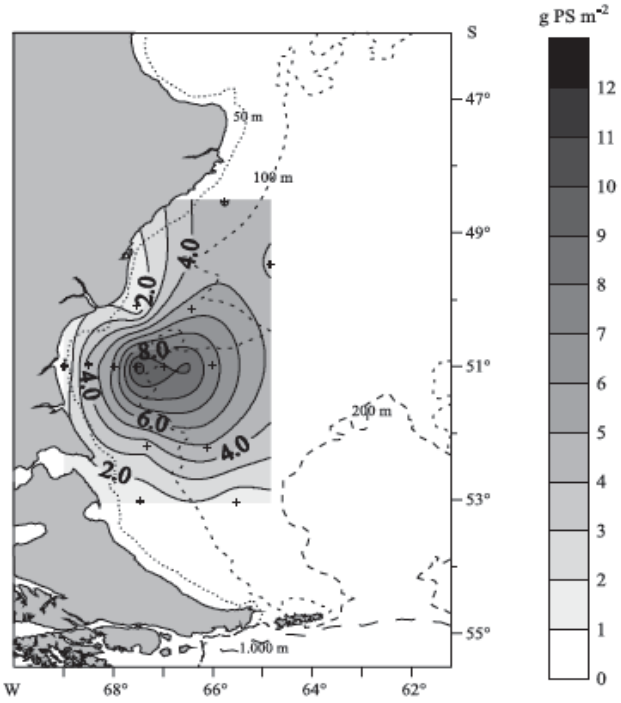


Figura 89. Distribución de la biomasa de copépodos. Fuente: Sabatini, 2008.

Sabatini y Antacli (2010) estudiaron Biomasa del zooplancton en la plataforma patagónica austral durante la temporada estival (Campaña EH-03/09) Las concentraciones de biomasa zooplanctónica total (390 m) fueron en general muy bajas, comprendidas en su mayoría entre 20 y 200 mg PH m-3. Las biomasas más altas se registraron en el área de Bahía Grande y en el resto de la plataforma las concentraciones fueron inferiores a 50 mg Ph m-3. Los copépodos dominaron la fracción 5 mm que constituyó un promedio del 32% de las concentraciones totales, mientras que los anfípodos y eufáusidos representaron el 20% y 42% respectivamente; los quetognatos comprendieron en promedio el 6% de la biomasa total. En la Figura 90 se observa que las máximas concentraciones de biomasa zooplanctónica alcanzan valores máximos en el verano en las aguas de plataforma media y externa frente a la Bahía Grande.

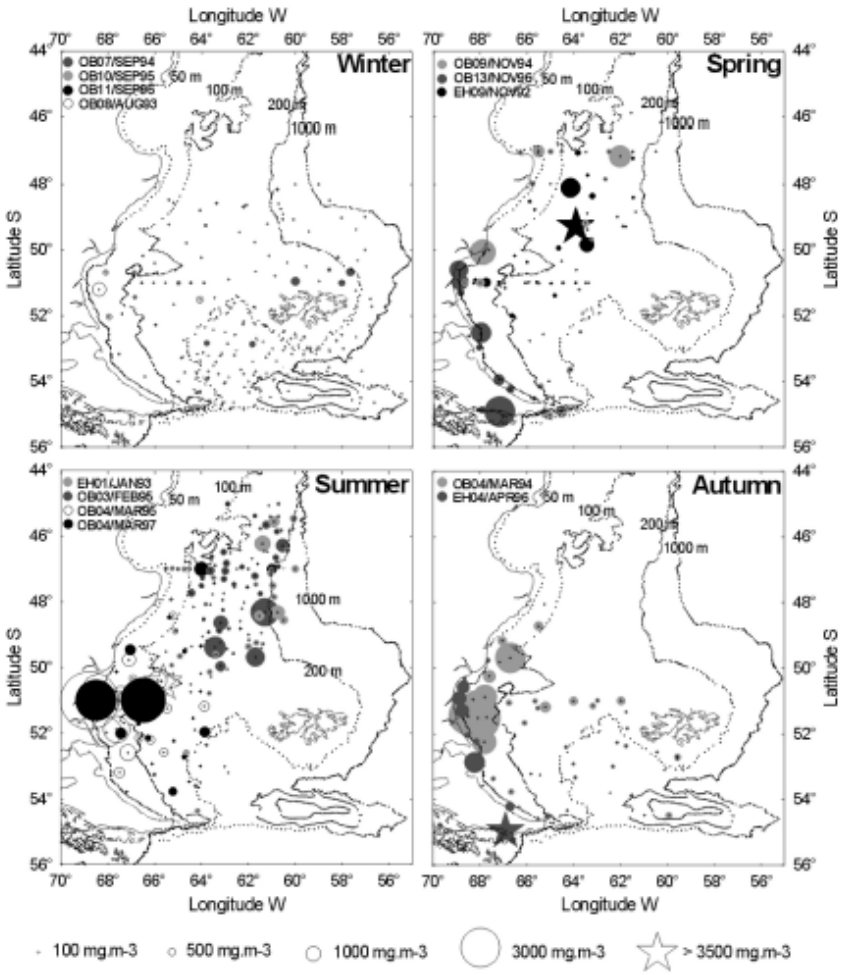


Figura 90. Distribución estacional de la biomasa total de zooplancton en las aguas internas de la plataforma continental de la Patagonia Austral. Fuente: Sabatini, 2001.

Sabatini y colaboradores (2012) realizaron muestreos en primavera de 2005 en la zona de la plataforma sur patagónica a bordo del Buque ARA “Puerto Deseado”. Como resultado identificaron tres ensambles de mesozooplancton típicos de la plataforma interna, la media y la externa. Estos autores relacionaron los ensambles con factores hidrográficos, físicos y químicos, concluyendo que la heterogeneidad espacial ambiental conduce el modelado del ensamble de zooplancton, y la estratificación térmica estacional produce a su vez hábitats diferentes para el mesozooplacton.

El ensamble de la plataforma interna y media se superpone ligeramente, pero está espacialmente separado de la comunidad externa. Adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus* son típicos del ensamble de la plataforma interna. La plataforma media incluye al copépodo *C. vanus*, al anfipoco *T. gaudichaudii* y al quetognato *S. tasmanica*, mientras que varios taxas caracterizaron al sector externo. Los patrones latitudinales de la composición de mesozooplancton disminuyen notablemente al cruzar el gradiente. En la Figura 91 se puede observar la distribución del fitoplancton y protozoplancton, se destaca que la mayor producción primaria de biomasa aparece en el área de Bahía Grande, durante la primavera- verano. En la Tabla 24 se observa las taxas dominantes en la zona de estudio (Sabatini et al., 2012).

.

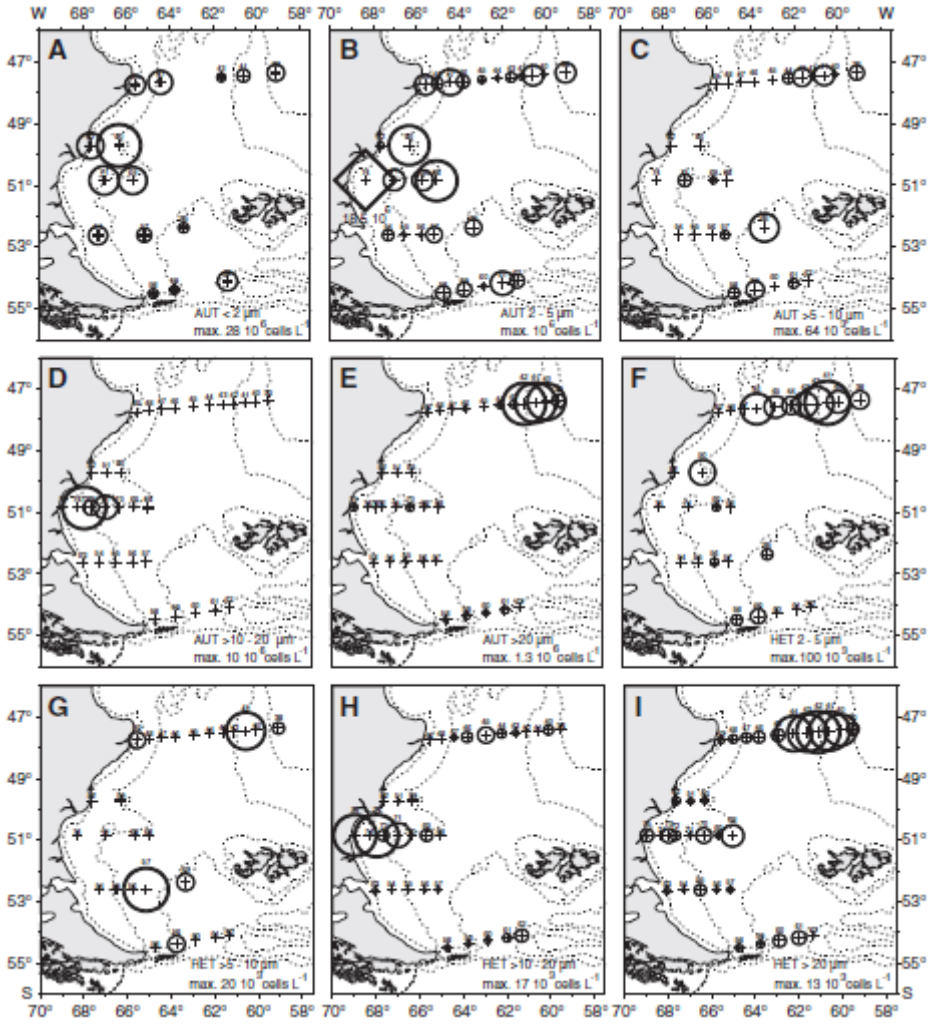


Figura 91. Distribución del fitoplancton y protozooplancton en la plataforma sur patagónica, durante primavera 2005. Fuente: Sabatini et al. 2012.

Tabla 24. Taxas dominantes en varias fracciones de tamaño del fitoplancton y protozooplancton del rango 0.2 -200 micrones. Fuente: Sabatini et al. 2012.

Size-fraction	Class/Morphological groups/Taxa
<2 µm	
Autotrophs	Cyanophyceae: *Synechococcus* spp.
	Chlorophyceae: coccal cells
2–5 µm	
Autotrophs	Prasinophyceae: *Pyramimonas* sp.
	Cryptophyceae: species of genera *Hemiselmis* or *Plagioselmis*
	Prymnesiophyceae: *Emiliania huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Chrysochromulina*-like flagellates
	Bacillariophyceae: *Minidiscus trioculatus*
Heterotrophs	Unidentified flagellates, unidentified naked-ciliates
5–10 µm	
Autotrophs	Euglenophyceae
	Bacillariophyceae
	Dinophyceae
Heterotrophs	Dinophyceae
	Unidentified flagellates, unidentified dinoflagellates
10–20 µm	
Autotrophs	Dinophyceae: *Prorocentrum minimum*, unidentified thecate dinoflagellates
	Bacillariophyceae: pennate diatoms
	Cryptophyceae
	Dinophyceae
	Unidentified flagellates, unidentified coccoid cells
Heterotrophs	Unidentified flagellates
20–200 µm	
Autotrophs	Bacillariophyceae: *Thalassiosira* cf. *oceanica* and *Thalassiosira* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. (*seriata* and *pseudodelicatissima* complexes), *Chaetoceros* spp. (sect. *Curviseta* and *Oceanica*), *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Stephanopyxis turris*, *Asterionellopsis glacialis*, *Fragilariopsis* spp.
Heterotrophs	Dinophyceae: *Protoperidinium capurroi*, *Amphidinium* spp., unidentified naked dinoflagellates

En la Figura 92 se observa la distribución de la comunidad de copépodos en la plataforma sur patagónica a principios de la primavera. En conclusión, la mayor abundancia de copépodos de todos los tamaños se encontró en el área de Bahía Grande, donde se estaba produciendo una floración del dinoflagelado *Prorocentrum minimun*. Las poblaciones de copépodos se estaban alimentando activamente de este bloom. Los escenarios hidrológicos y de plancton descritos indican una etapa temprana en el calendario trófico de plancton (Sabatini et al., 2012).

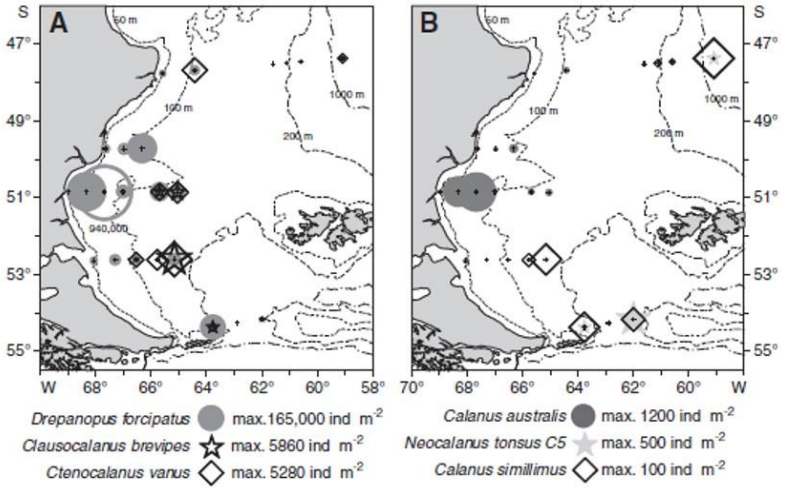


Figura 92. Distribución de la población de copépodos en la plataforma sur patagónica, al principio de la primavera. Fuente: Sabatini et al. 2012.

4.2.2.1 Zooplancton gelatinoso

Las medusas, salpas y ctenoforos son categorizados como parte del zooplancton gelatinoso (GZ). Éstos representan un grupo funcional compuesto por diferentes phyla (ejemplo Chaetognatha, Ctenophora, Cnidaria, Chordata, etc.), y contienen un alto contenido acuoso en su cuerpo (mayor al 95 %) lo cual les da el peculiar aspecto gelatinoso y cierto grado de transparencia y fragilidad (Tapia y Genzano 2019). El GZ está compuesto por especies meroplanctónicas con estadios bentónicos adaptados, y especies holoplanctónicas que se asocian solo en una parte de su ciclo de vida.

El GZ cumple varios roles ecológicos, tales como efectos considerables en la comunidad de plancton a través de la depredación directa y la competencia por el alimento, efectos en las cascadas tróficas, y diversas interacciones no tróficas con otros grupos biológicos (Schiariti et al 2018). Sin embargo, debido a la presencia altamente estacional de muchas especies gelatinosas, su efecto estructurador es a menudo temporal (Tapia y Genzano 2019).

Recientemente, Díaz Briz y colaboradores (2017) cuantificaron la ocurrencia del zooplancton gelatinoso (ctenoforos, salpas y medusas) en contenidos estomacales de peces en el Océano Atlántico Sur. Las muestras fueron obtenidas en el periodo de octubre hasta abril, desde 1986 al 2000 de campañas del BO “Oca Balda” INIDEP. Se analizaron 107 especies y encontraron GZ en 39 especies. En total hay 44 especies de peces que consumen ZG, 5 no fueron reportadas en este trabajo. Algunas especies de peces son consumidoras frecuentes de ZG y otras ocasionales. Solo unas pocas especies de peces consumen ZG como fuente principal de nutrición. La mayoría de estas familias que son medusofagas con del suborden Stromateioidei y cuentan con una serie de adaptaciones anatómicas en su tracto digestivo que facilitan la predación de estos organismos (Harbinson 1993). En la Figura 93 se observa la distribución espacial de las muestras obtenidas con red de arrastre y los puntos rojos representan donde hubo ocurrencia de ZG en los estómagos de los peces

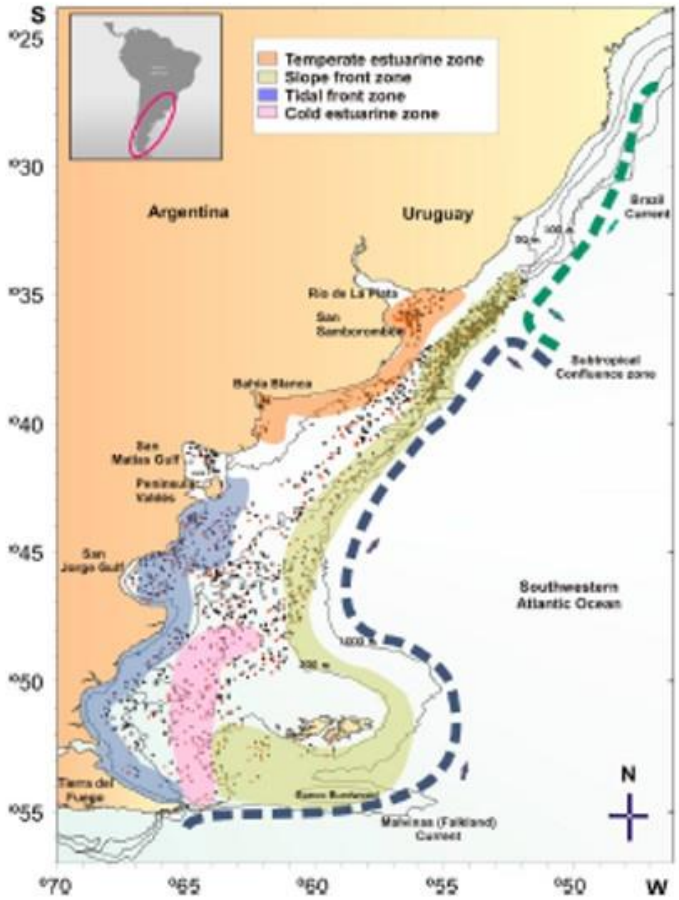


Figura 93. Área de estudio de la plataforma Argentina y Uruguaya tomada del trabajo de Díaz Britz et al. (2017). Las áreas coloreadas indican las diferentes zonas frontales de la región. Los puntos negros corresponden al total de muestras por red de arrastre y los puntos rojos representan donde hubo ocurrencia de ZG en los estómagos de los peces.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

En la Figura 94 se observa la distribución en la plataforma continental argentina y uruguaya de los estómagos de peces con el ítem ZG, siendo el consumo de ctenoforos el más uniforme en toda el área con valores similares de frecuencia. Los ctenóforos se consumieron en niveles elevados en casi todas las zonas de las plataformas continentales de Argentina y Uruguay. Las salpas son presas más frecuentes en el talud y la plataforma sur. En cambio, las medusas se consumen más en las zonas costeras, el talud y la plataforma sur (Díaz Britz et al. 2017).

En el área de influencia directa de AUS_105-106 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.

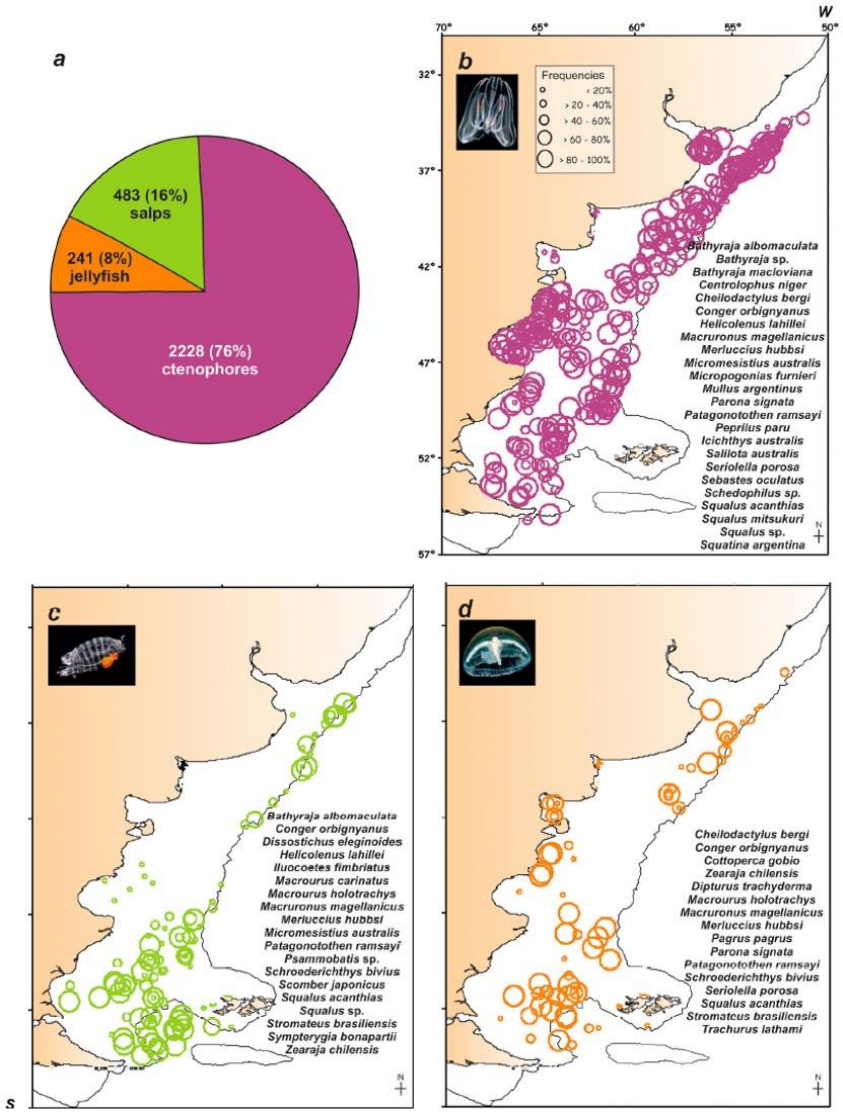


Figura 94. Resultados del análisis estomacal. Fuente: Diaz Britz et al. 2017. a) Número de estómagos con el ítem ZG y su equivalente en %; b-d) distribución espacial de los estómagos de peces con: b- Ctenoforos, c- salpas y d-medusas.

Los frentes consisten en intersecciones de dos masas de agua con diferentes propiedades físicas y químicas, que generalmente acompañan una alta actividad biológica. Usualmente en estas áreas, la mezcla vertical y horizontal incrementa la producción primaria (fitoplancton), y secundaria (zooplancton), produciendo gran disponibilidad de alimento que atrae a los organismos nectónicos (peces, tortugas y mamíferos marinos) permitiendo la transferencia de energía a niveles tróficos superiores. Este hecho resalta la importancia del consumo de ZG por los peces. En estas áreas grandes agregaciones de ZG son comúnmente observadas bajo ciertas circunstancias, dominando el resto del zooplancton. Tal como se observa las áreas frontales juegan un papel clave en las interacciones entre el ZG y los peces (Díaz Britz et al. 2017).

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_105-106 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_105-106 y MLO_121. Cabe mencionar que hay variaciones intra e interanuales de estas comunidades registrados por varios autores.

4.2.3 Ictioplancton

Este tema se desarrolla en el Punto 4.3.1.7.

4.3 NECTON

El necton es una comunidad de organismos que integra a aquellas especies animales, en general macroscópicas, que tienen la capacidad de nadar. Tradicionalmente los organismos que suelen integrar esta comunidad son: algunos peces (óseos y cartilaginosos), moluscos cefalópodos (calamares), mamíferos marinos (ballenas, delfines, lobos y leones marinos), y se incluye a aquellas aves que están íntimamente relacionadas con el medio marino (como gaviotines, albatros y petreles, entre otras) (Acuña et al., 2014). El grupo de especies pertenecientes a la comunidad nectónica, como el cumple un rol importante en el ecosistema marino, ocupando los niveles tróficos más altos (Nybakken y Bertness, 2004). Algunos grupos de especies que componen el necton (tiburones, aves, mamíferos) tienen características comunes, además de ser predadores tope la mayoría de ellas presentan estrategias de historia de vida similares: madurez tardía, baja tasa reproductiva y longevidad. Este conjunto de características hace que sean especies extremadamente vulnerables a un decrecimiento poblacional, incluso si sufren bajos niveles de mortalidad (Bastida et al., 2007). Es conocido que para muchas de las especies de aves, tortugas, mamíferos marinos y tiburones, la interacción con la actividad pesquera constituye una de las principales amenazas a su supervivencia junto con la contaminación del medio marino, la degradación de hábitat y la relación con especies introducidas (Franco-Trecu et al., 2009).

A continuación, se describen las especies registradas para el área de influencia del proyecto.

4.3.1 Peces y cefalópodos

4.3.1.1 Caracterización general

Como parte del presente punto se mencionan y/o describen brevemente aquellas especies cuyo rango de distribución abarca el área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias ya sea durante todo el año o en forma estacional. Cuando la información estuvo disponible, se puso énfasis en los aspectos tróficos de las especies a fin de evaluar su vinculación con otras comunidades que puedan verse impactadas y en los aspectos reproductivos y áreas de cría.

A continuación, se presentan las principales características de aquellas especies que podrían vincularse al área de las actividades de exploración sísmica, considerando solo aquellas que habitan la plataforma fueguina desde la costa hasta los 120 m.

La Tabla 25 resume las especies identificadas en el área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias. Para el área de influencia directa AUS_105-106 y MLO_121 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 14 especies, la gran mayoría correspondió al orden Rajiformes. En esta área se registran 4 especies de Agnatos.

Tabla 25. Especies registradas en el área de adquisición de datos sísmicos y sus adyacencias. Fuente: Nakamura et al. (1986); Férnandez et al. (2010); Delpiani y Díaz de Astarloa (2012); Cousseau y Perrota (2013); Astarloa (2014); Astarloa et al. (2017). *Solo estadios larvales.

CLASE/ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Mixinii Agnatos	Myxinidae	*Myxine affinis*	Mixina
		Myxine australis	Mixina
		Myxine fernholmi	Mixina
		Notomyxine tridentiger	Mixina
Condrichthyes Squaliformes	Squalidae	*Squalus acanthias*	Tiburón espinoso
		Somniosus antarticus	Tiburón antártico
Condrichthyes Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	*Schoderichthys bivius*	Pintaroja
Condrichthyes Lamniformes	Lamnidae	*Lamna nasus*	Tiburón sardinero
Condrichthyes Rajiformes	Rajidae	*Bathyraja macloviana*	Raya espinosa
		Bathyraja brachyurops	Raya de cola corta
		Bathyraja albomaculata	Raya de manchas blancas
		Bathyraja magellanica	Raya magallánica
		Bathyrraja cosseasuae	Raya de aletas juntas
		Zearaja chilensis	Raya hocicuda
		Psammobatis normani	Raya marrón claro
		Psammobatis rudis	Raya hocico blanco
		Amblyraja spp.	Raya
Condrichthyes Chimaeriformes	Callorhinchidae	*Callorhynchus callorhynchus*	Pez gallo
Osteichthyes Gadiformes	Muraenolepididae	*Muraenolepis orangiensis*	Morena de aguas frías
	Merluciidae	*Merluccius hubbsi*	Merluza común
		Merluccius australis	Merluza austral
		Macruronus magallanicus	Merluza de cola
	Moridae	*Salilota australis*	Bacalao criollo
		Notophycis marginata	/

CLASE/ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	Gadidae	*Micromesistius australis*	Polaca
	Macrouridae	*Coelorhynchus fasciatus*	Granadero chico
		Macrourus carinatus	Granadero grande
		Coryphaenoides holotrachys	Granadero
Osteichthyes Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Etropus longimanus*	Lenguado
		Thysanopsetta naressi	Lenguado
	Achiropsettidae	*Achiropsetta tricholepis*	Lenguado
		Neoachiropsetta milfordi	Lenguado
Osteichthyes Scorpaeniformes	Agonidae	*Agonopsis chiloensis*	Acorazadito
	Psychrolutidae	*Cottunculus granulosus*	Pez piedra
		Psychrolutes marmoratus	Sapo de piel blanda
	Liparidae	*Careproctus pallidus*	Pez babosa
Osteichthyes Ophidiiformes	Bythitidae	*Cataetyx messieri*	Brótula patagónica
Osteichthyes Myctophiformes	Myctophidae	*Myctophidae* sp. *	Mictofido
Osteichthyes Perciformes	Zoarcidae	*Austrolycus laticinchus*	Viuda
		Dadyanos insignis	Viuda
		Phucocoetes latitans	Viuda
		Illucoetes fimbriatus	Viuda
		Illucoetes elongatus	Viuda
		Lycenchelys bachmanni	Viuda
		Maynea patagónica	Viuda
		Crossostomus fasciatus	Viuda
	Stromateidae	*Stromateus brasiliensis*	Palometa moteada
	Notothenidae	*Disssotichus eleginoides*	Merluza negra
		Patagonotothen ramsayi	Nototenia
		Patagonotothen tessellata	Nototenia
		Patagonotothen wiltoni	Nototenia
		Patagonotothen brevicauda	Nototenia
		Patagonotothen canina	Nototenia
		Patagonotothen elegans	Nototenia
		Patagonotothen macrophtalma	Nototenia
		Patagonotothen longipes	Nototenia
		Patagonotothen jordani	Nototenia
	Eleginopsidae	*Eleginops maclovinus*	Robalo

CLASE/ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Osteichthyes Scombriformes	Bovichtidae	*Cottoperca gobio*	Torito de los canales
		Cottoperca trigloides	Torito
	Gempylidae	*Thyristes atun*	Pez sierra
Osteichthyes Clupeiformes	Clupeidae	*Sprattus fueguensis*	Sardina fueguina
Osteichthyes Ophidiiformes	Ophidiidae	*Genypterus blacodes*	Abadejo

4.3.1.2 Peces Agnatos

Familia Myxinidae (mixines)

Entre las 21 especies reconocidas mundialmente de *Myxine*, 7 se encuentran en el Océano Atlántico Sudoeste. En el área de estudio se registran 3 del género *Myxine*; *M. affinis, M. australis* y *M. fernholmi* (Mincarone y Soto, 2001) (Figura 95).

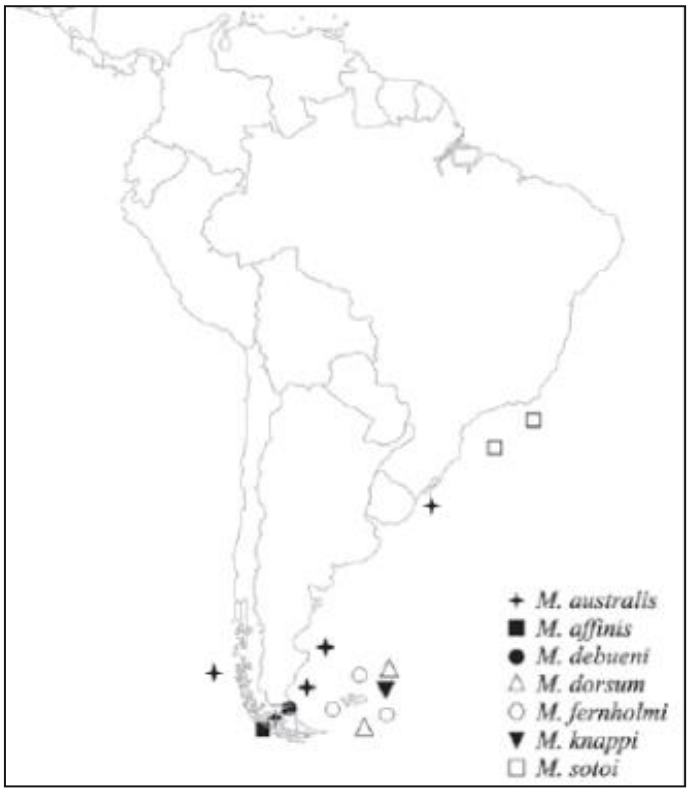


Figura 95. Distribución de las especies de *Myxine* en el Mar Atlántico Sur. *M. australis y M. affinis* están representadas con un único símbolo en el Estrecho de Magallanes, pero fueron colectadas en varias estaciones alrededor del estrecho. Fuente: Mincarone y Soto, 2001

Myxine australis se distribuye desde Tierra del Fuego, Argentina, hasta las costas al sur de Chile, usualmente colectado sobre fondos arenosos y limosos en aguas costeras entre 4 y 146 m de profundidad (Figura 96) (Mincarote, 2012). Se alimenta de animales muertos (carroñera).

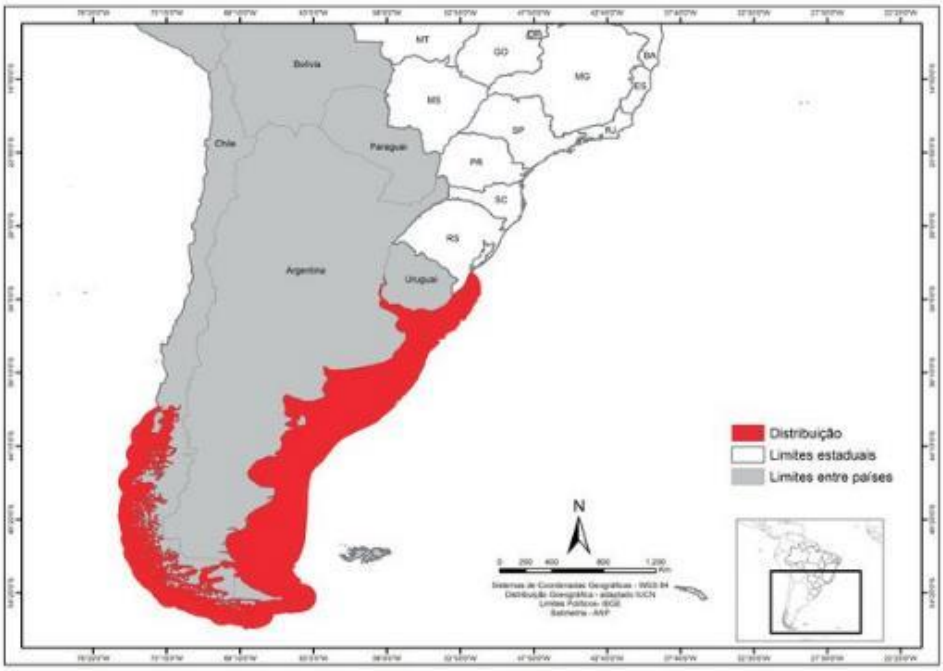


Figura 96. Distribución geográfica de *Myxine australis*. Fuente: Mincarone, 2012.

Notomyxine tridentiger se distribuye desde Tierra del Fuego, Argentina, hasta las costas al sur de Chile (Figura 97) (Fishbase 2020).

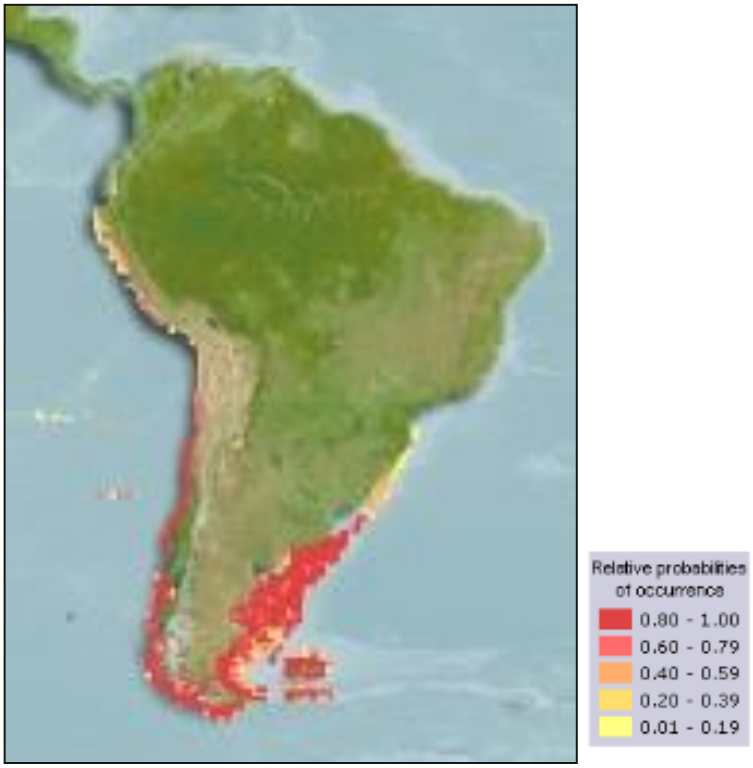


Figura 97. Distribución de *N. tridentiger*. Los rangos de colores indican el grado de adecuabilidad del hábitat interpretado como la probabilidad de ocurrencia Fuente: http://www.iobis.org/

4.3.1.3 Peces Cartilaginosos

Los peces cartilaginosos o condrictios son un conjunto de especies que incluye a los tiburones, batoideos y quimeras. El término batoideos agrupa a las rayas, peces guitarra, chuchos, torpedos, mantas, entre otros.

La riqueza de condrictios en el Océano Atlántico Sudoccidental tiene una distribución heterogénea principalmente asociada a los frentes marinos (Lucifora et al., 2012; Sabadín, 2019). En varias regiones próximas al talud continental se ha propuesto la existencia de *hotspots* o zonas con alta diversidad y riqueza de especies de condrictios (Lucifora et al., 2012).

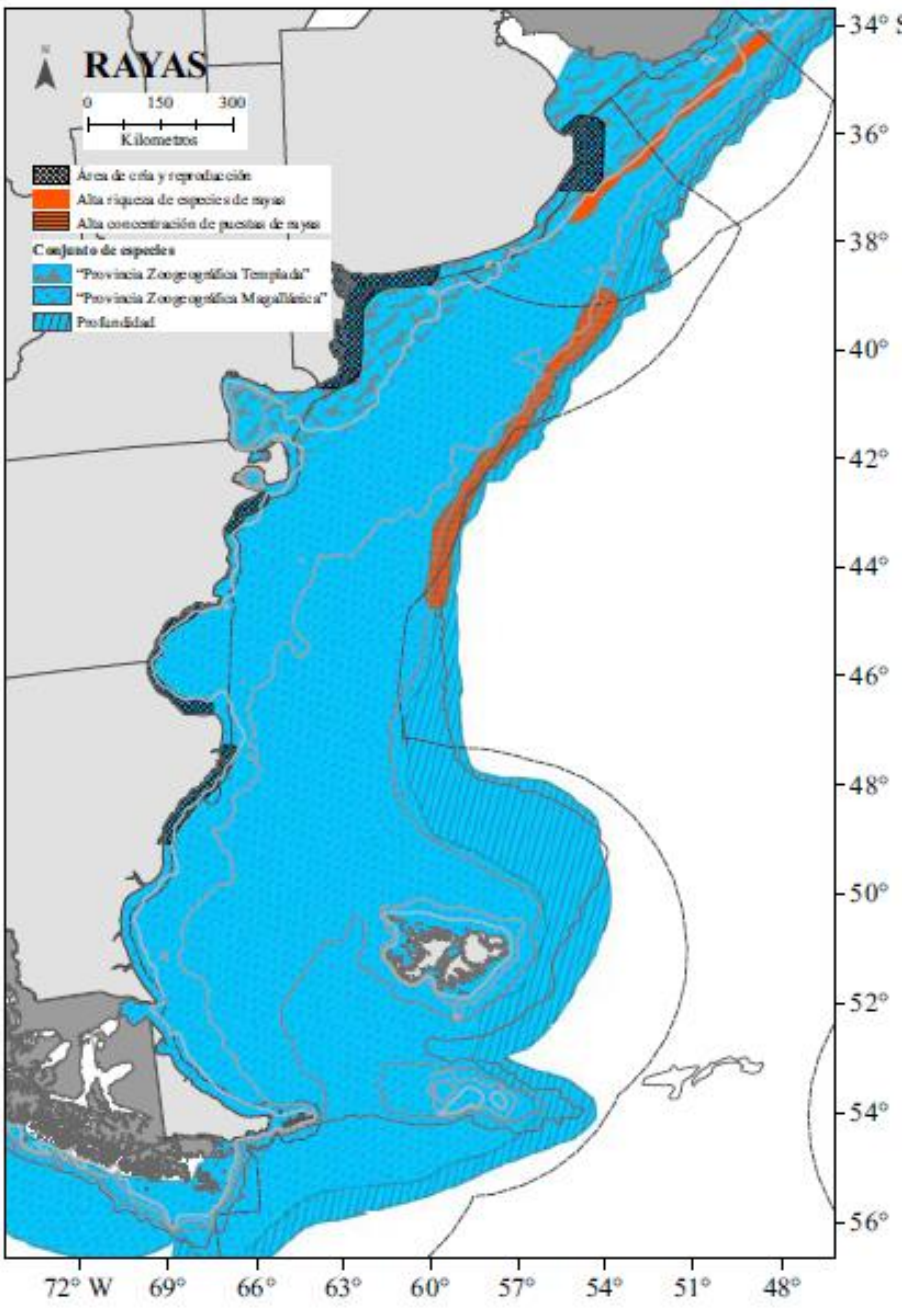


Figura 98. Esquema de la distribución zoogeográfica y áreas sensibles de rayas, asociadas con alta riqueza de especies, diversidad funcional, reproducción y alimentación. Fuente: Allega et al., 2020.

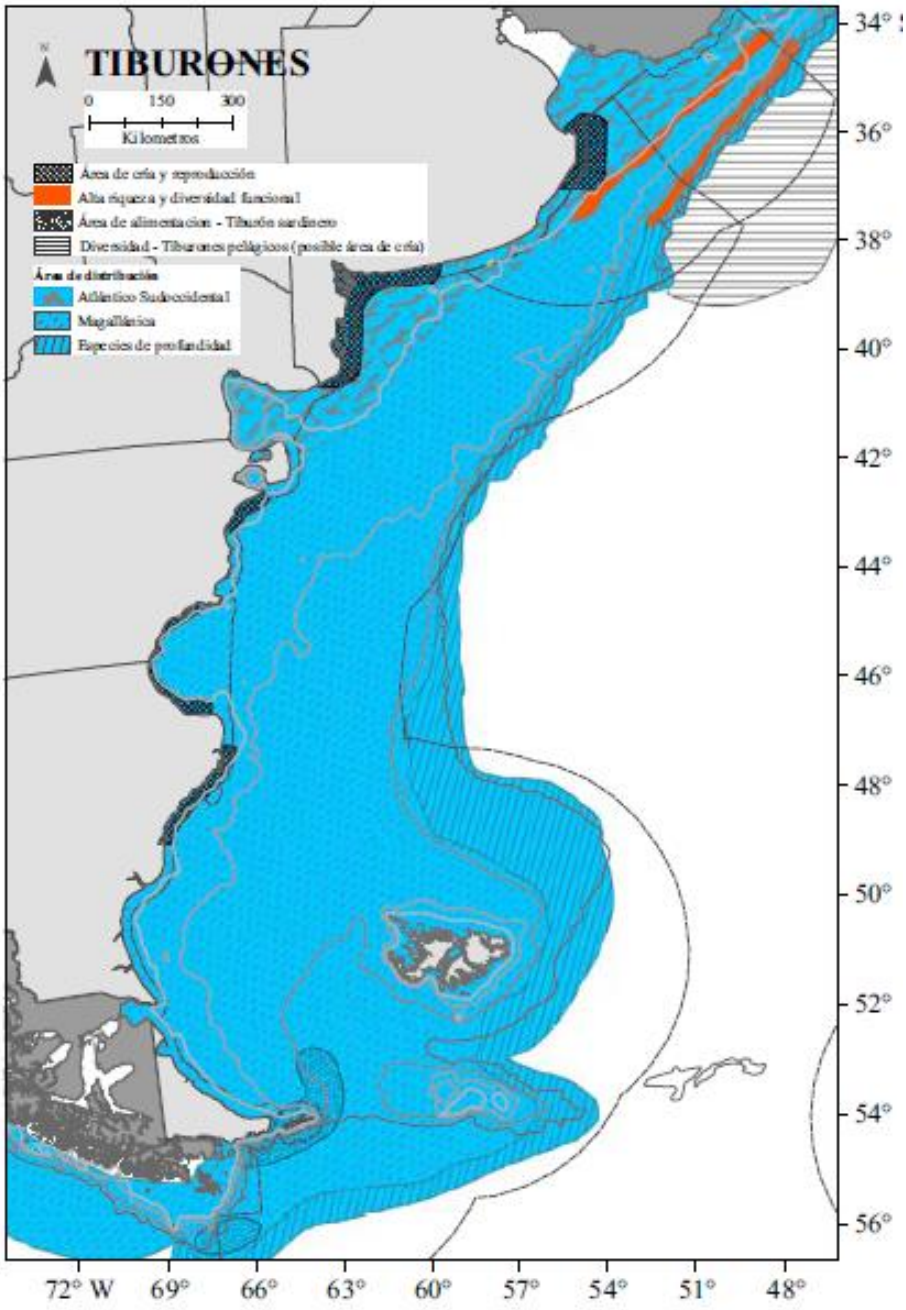


Figura 99. Esquema de la distribución zoogeográfica y áreas sensibles de tiburones, asociadas con alta riqueza de especies, diversidad funcional, reproducción y alimentación. Fuente: Allega et al., 2020.

Orden Squaliformes

Familia Squalidae

Squalus acanthias (Tiburón espinoso)

Es una especie demersal bentónica, cuya distribución es notablemente amplia ya que abarca aguas costeras, de plataforma y de talud (Figura 100). Puede ser encontrado hasta 350 m de profundidad (Menni et al. 2010). Se alimenta principalmente de peces y cefalópodos cuando es adulto, y de macroplancton (medusas, ctenóforos, salpas) en estadios juveniles (Cousseau y Perrota 2013). Es capturado por las flotas costera y de altura con redes de arrastre de fondo y como fauna acompañante de especies demersales y bentónicas de interés comercial y se descarta a bordo. Es considerada como Vulnerable y con tendencia declinante. Ha sido propuesto para integrar el Apéndice II de CITES (www.CITES.org).

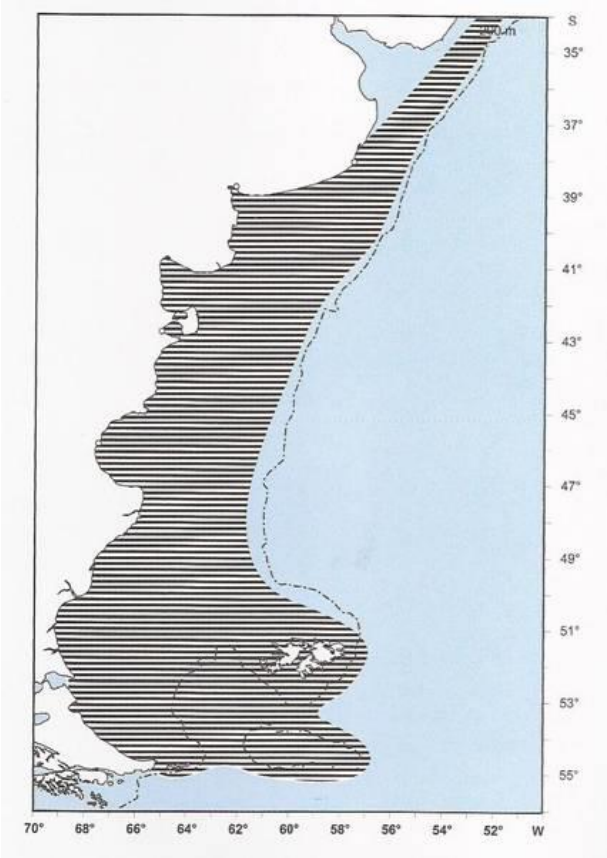


Figura 100**. Distribución geográfica de *S. acanthias*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.**

El tiburón espinoso es una especie vivípara con ciclo reproductivo bienal y potencialmente asincrónico, es decir, que las hembras paren a los embriones luego de una gestación que dura dos años sin detectarse, hasta el momento, una época y lugar de nacimiento determinados (Colonello et al. 2016) (Figura 103).

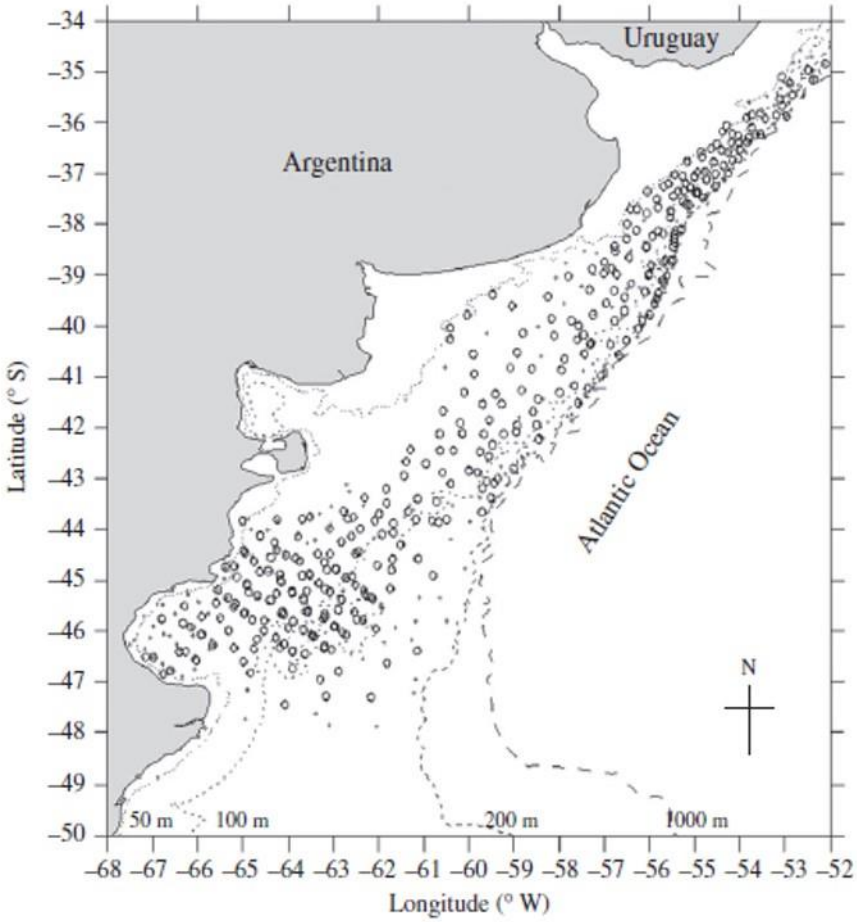


Figura 103. **Mapa de distribución de las capturas de tiburón espinoso. Capturas: circulo y cruz sin captura. Fuente: Colonello et al. 2016.**

Somniosus antarticus (tiburón antártico)

Esta especie es de ingresión ocasional al Atlántico, pero posee amplia distribución en el Pacífico, presentando una amplia distribución en la columna de agua, incluso llegando a ser detectado a más de 2000 m y se han encontrado algunos ejemplares al este de Isla de los Estados, aunque está lejos del área de adquisición de datos sísmicos (Diaz de Astarloa et al. 1999). Es una especie ovovivípara y se desconoce el tiempo de gestación. La especie es carnívora y se alimenta de gasteropodos, cefalópodos, echinodermos, mamíferos, elasmobranchiios y peces óseos (Yano et al. 2007).

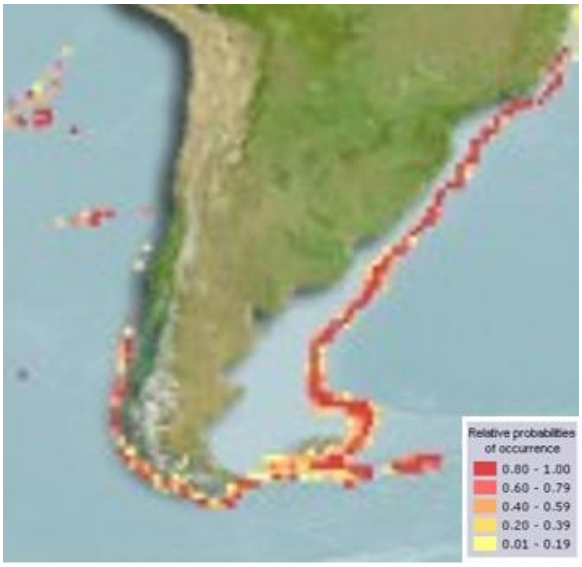


Figura 101. Distribución de *S. antarticus*. Los rangos de colores indican el grado de adecuabilidad del hábitat interpretado como la probabilidad de ocurrencia Fuente: http://www.iobis.org/.

Lamna nasus (tiburón sardinero)

Habita en aguas templadas y frías de ambos hemisferios. Es ovovivíparo, tienen hasta 5 crías por parto. Practican la ovofagia. Es de hábito pelágico y epipelágico, tanto en aguas cercanas al litoral como oceánicas, se mueve desde la superficie hasta los 370 metros de profundidad. La temperatura óptima de captura en el Atlántico noreste fue de 5 a 10° C (a la profundidad del anzuelo); la temperatura media 7,4° C difirió muy poco entre las estaciones. La mayor parte de la pesca de primavera tuvo lugar cerca de los frentes, aunque la afinidad con los frentes no fue evidente en el otoño (Campagna y Joyce, 2003).

Su dieta en el Atlántico norte es principalmente de tipo oportunista piscívora caracterizada por un amplio rango de especies; 90% peces óseos, mayormente pelágicos y 12% cefalópodos. La composición de la dieta no varía entre sexos y varía estacionalmente siguiendo la migración desde aguas más profundas a aguas más someras (Joyce et al. 2002).

En Argentina esta especie representa un 10% de las captura debido a bycatch, siendo capturada por barcos arrastreros y por la flota surimera (Cortes et al 2017) (Figura 102).

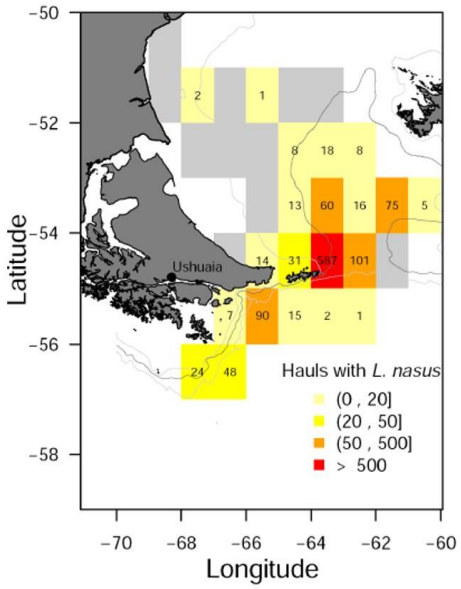


Figura 102. Distribución espacial anual de los lances pesqueros con *Lamna nasus*, por la flota surimera en el Atlántico sudoccidental de 2006-2014. Fuente: Cortes et al. 2017.

Orden Carcharhiniformes

Familia Scyliorhinidae

Schoderichthys bivius (Pintaroja)

Es una especie demersal bentónica, con muy amplio rango de distribución que abarca todo el Mar Argentino (Figura 103) y se lo encuentra entre profundidades de 50 a 350 m en la Patagonia norte (Figura 104). En la plataforma Patagónica Norte se registran capturas hasta 150 m (Figura 103). Su espectro trófico general estuvo integrado por cefalópodos (39%), peces (36%), crustáceos bentónicos (18%), otros invertebrados bentónicos (6%) y zooplancton gelatinoso (1%). En la Plataforma Bonaerense y Norpatagónica la presa principal fueron los peces y en la plataforma austral, los cefalópodos. Si bien, no se observaron diferencias en la alimentación entre machos y hembras, se encontró un cambio en la dieta de la pintarroja alrededor de los 64 cm de longitud total (Sanchez et al. 2009).

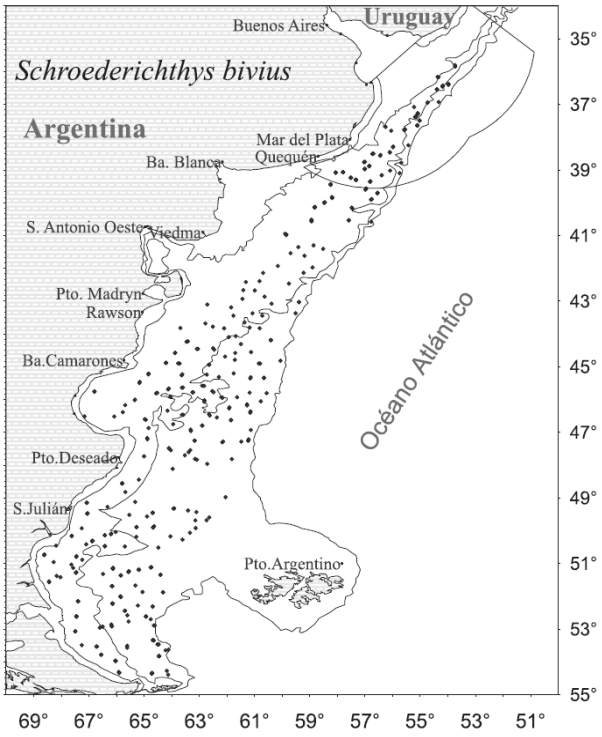


Figura 103. Distribución de *S. bivius* en el Mar Argentino. Fuente: Wőhler et al. 2011.

Presenta zonas con importantes concentraciones sobre la costa del sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego durante el verano (Figura 104).

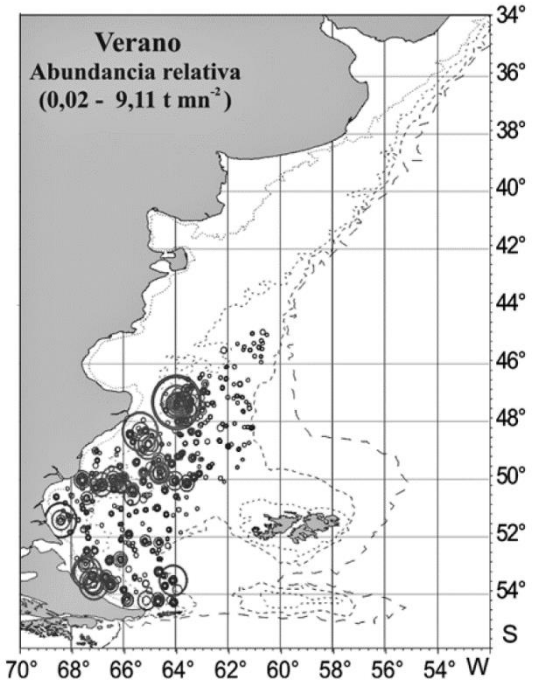


Figura 104. Abundancia de *S. bivius* (t/mn^2) en la plataforma patagónica sur. Fuente: Sanchez et al. 2009.

En su dieta se destaca la importancia de cefalópodos, principalmente calamar y con menor importancia calamarete (*L. gahi*), los pulpitos (*Eledone* sp. y *O. tehuelchus*) y el calamarcito *Semirossia tenera* (Sánchez et al. 2009).

Es una especie ovípara que utiliza gran parte de la plataforma continental para depositar sus huevos (Colonello et al. 2020), asociado con organismos bentónicos tales como esponjas y corales (Vázquez et al 2018). Colonello et al (2020) estudiaron la biología reproductiva de *S. bivius* en el océano Atlántico Sudoccidental 34°S, en particular estimaron el tamaño de madurez de machos y hembras, para determinar diferencias geográficas y estacionales y estimar la fecundidad en las hembras (Figura 105). Como resultado observaron diferencias en el tamaño de madurez entre campañas, estas diferencias no mostraron un patrón latitudinal. La superposición espacial observada entre las áreas cerradas a las pesquerías y la distribución de hembras con huevos sugiere que estas áreas, aunque diseñadas y establecidas para proteger a otras especies, pueden representar una medida importante también para la conservación de *S. bivius* (Figura 106).

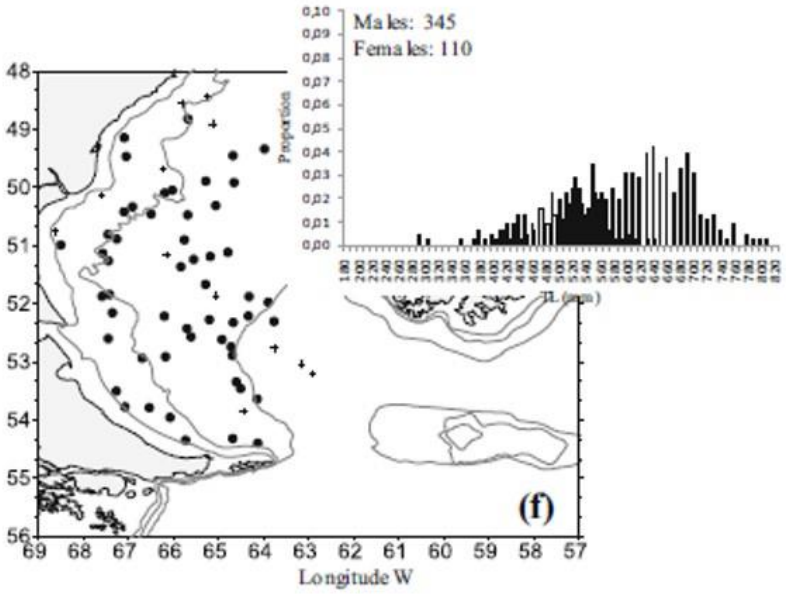


Figura 105. Mapa del área de estudio mostrando las campañas pesqueras VA 03/19 con capturas (círculos) y sin capturas (cruces) para *S. bivius*, y la distribución de tallas en longitud STD para machos (barras blancas) y hembras (barras negras) capturados y el número de especímenes muestreados. Fuente: Colonello et al. 2020.

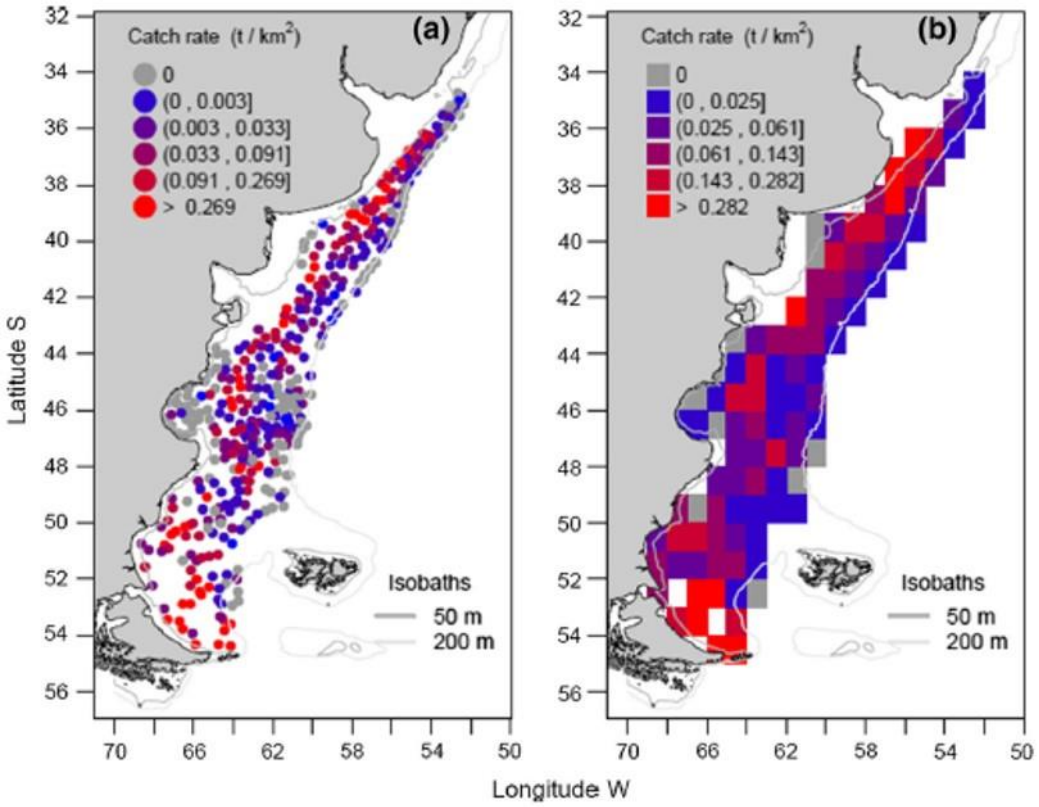


Figura 106. Distribución espacial de *S. bivius* en el océano Atlántico Sudoccidental entre los 34°S y 55°, mostrando las estaciones muestreadas (a) y rectángulos de 1° latitud por 1° longitud. Puntos y recuadros sin captura se muestran en gris. Fuente: Colonello et al. 2020.

Orden Rajiformes

Familia Rajidae

Bathyrraja macloviana (Raya espinosa)

Esta especie se distribuye ampliamente sobre todo la plataforma y talud en el sector norte, mientras en el sur presenta una densa concentración frente a la plataforma fueguina (Figura 107).

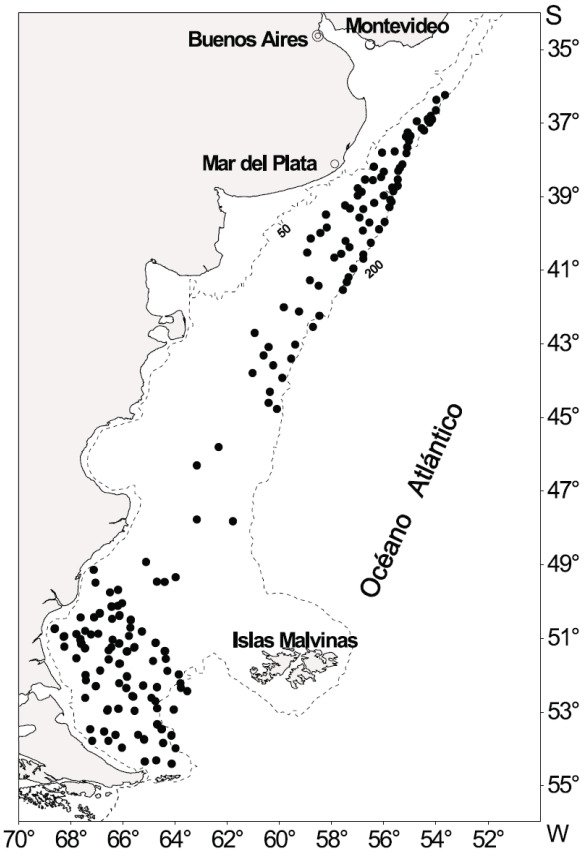


Figura 107. Área de distribución de *B. macloviana.* Fuente: Cousseau et al. 2010.

Bathyraja brachyurops (Raya de cola corta)

En el Atlántico abarca la plataforma intermedia y externa en el norte hasta los 47º S aproximadamente, y toda la plataforma y talud al sur de esa latitud (Figura 108). Menni et al. (2010) menciona que su rango de profundidad puede llegar a 1500 m. Por su parte, Arkhipkin et al. (2008) registran capturas hasta 500 m (Figura 109). Se alimenta principalmente de peces, particularmente en las tallas menores, pero además consume crustáceos, calamares, poliquetos y otros invertebrados (Bellegia et al. 2008). En las tallas mayores adquieren importancia los peces (Bellegia et al. 2008). Su reproducción tiene lugar casi todo el año excepto en enero (Arkhipkin et al. 2008).

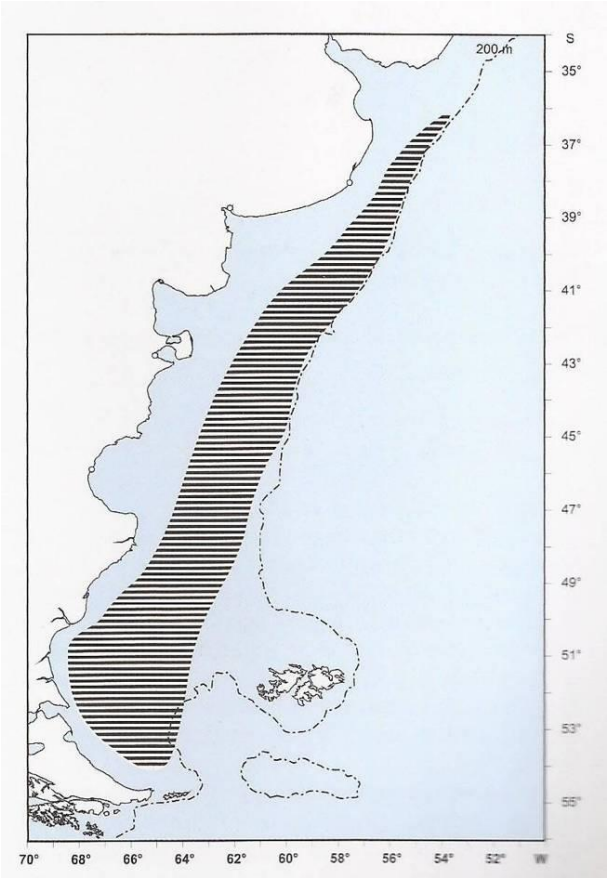


Figura 108. Distribución geográfica de *B. brachyurops*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

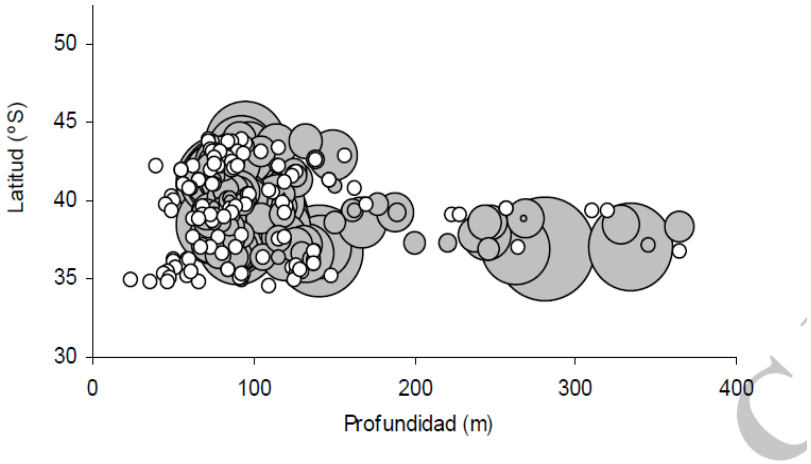


Figura 109. Distribución de *B. brahyurops* en función de profundidad y latitud (1993-1994). Fuente: Belleggia et al. 2014.

Bathyraja albomaculata (Raya de manchas blancas)

La especie posee una distribución cercana al área de adquisición de datos sísmicos (Figura 110 y Figura 111). Los desoves se producen entre 200 y 300 m (Henderson et al. 2005).

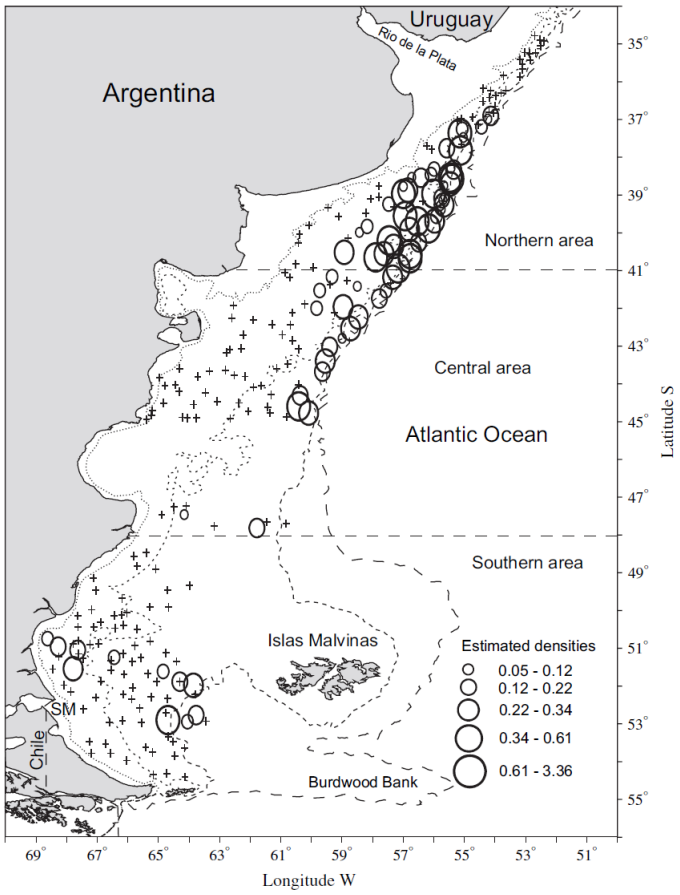


Figura 110. Distribución y densidad de *B. albomaculata* (t/mn^2). Fuente: Ruocco et al. 2012.

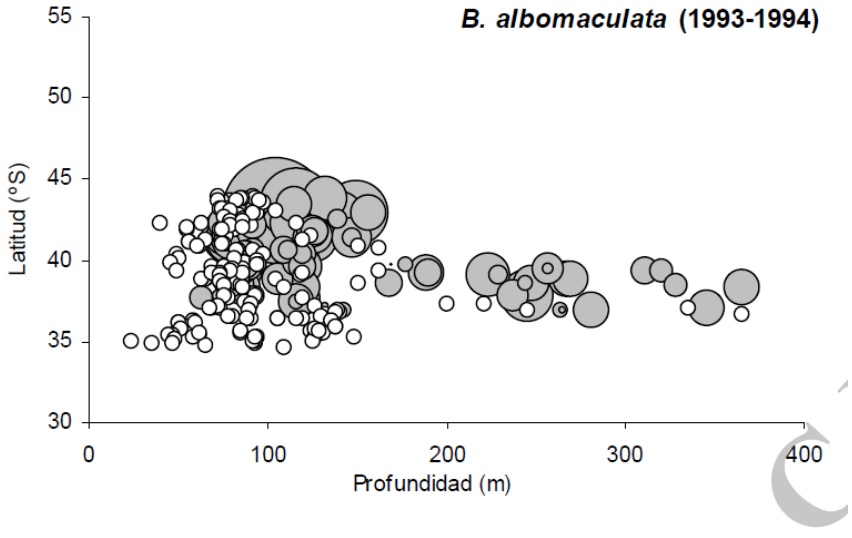


Figura 111. Distribución de *B. albomaculata* según profundidad y latitud. Fuente: Belleggia et al. 2014.

Bathyraja magellanica (Raya magallánica)

Habita en profundidades entre 50 y 550 metros (Menni y Stehmann 2000) (Figura 112) estando su dieta compuesta por peces, seguido de anfípodos, isópodos y decápodos (Barbini et al. 2010). De acuerdo a Ruocco et al. (2007) la mayor densidad frente a Tierra del Fuego se produce en verano.

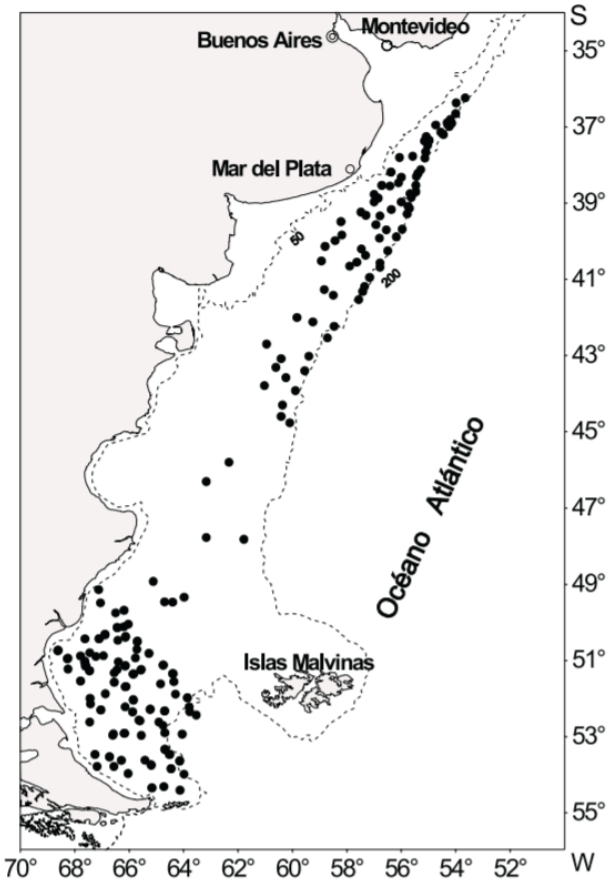


Figura 112. Distribución de *B. magallanica* en la plataforma sur patagónica. Fuente: Cousseau et al. 2010.

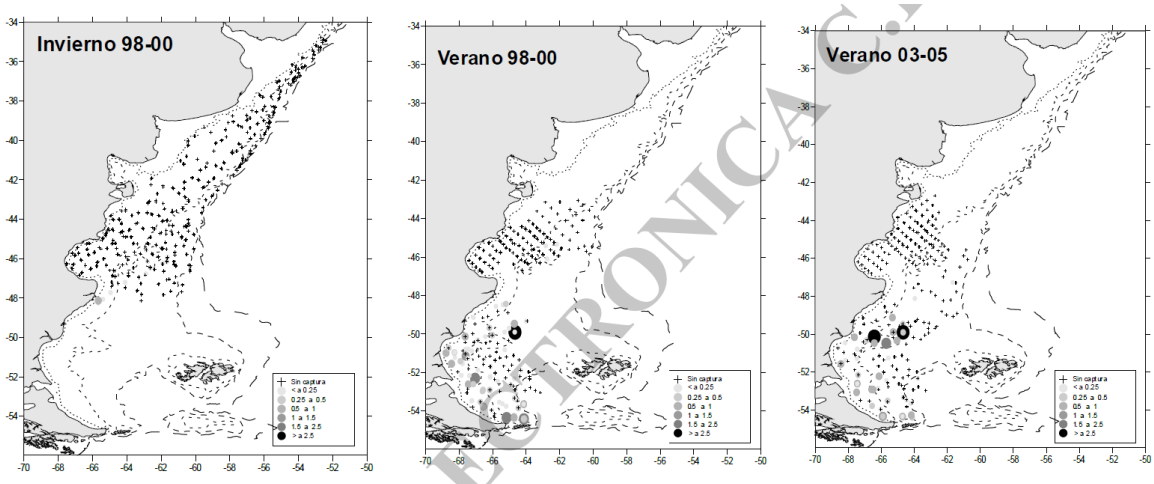


Figura 113. Densidad de *B. magallanica* Fuente: Ruocco et al. 2006.

COPIA ELECTRONICA C.

RE-2021-123074180-APN-DTD#JGM

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

Bathyrraja cousseauae (Raya de aletas juntas)

Esta especie de aparente amplia distribución frecuenta profundidades moderadas habiendo sido encontrada en la sección norte del talud a casi 300 m de profundidad (Diaz de Astarloa y Mabragaña 2004) (Figura 114). Ello es coincidente con lo observado por Belleggia et al. (2014). Su dieta principal está compuesta por peces seguida por isópodos y anfípodos (Bellegia et al. 2014).

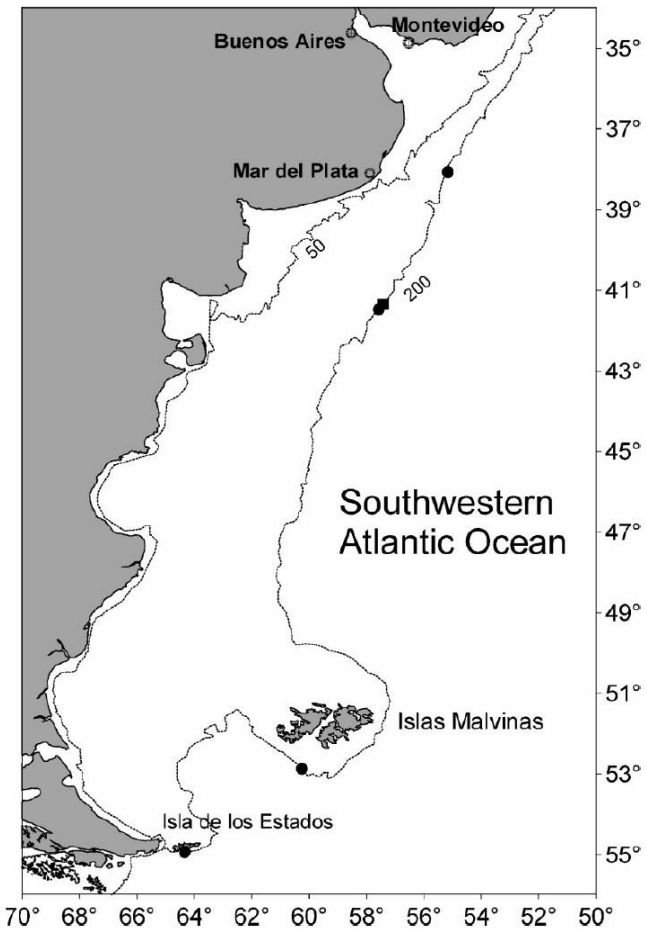


Figura 114. Distribución preliminar de *B._cousseauae.* Fuente: Diaz de Astarloa y Mabragaña 2004.

Zearaja chilensis (Raya hocicuda)

Habita el cono sur sudamericana, desde Arica, en el Pacifico (18º S), hasta por lo menos 34º en el Atlántico (Figura 115) y es endémica de las aguas templadas de América del Sur (Licandeo y Cerna 2007). En profundidad se distribuye hasta 350 m, con la mayor incidencia entre los 50 m y 150 m (Cousseau y Perrotta 2000) pero Menni y Stehmann (2000) señalan que la especie ha sido capturada a profundidades entre 58 y 435 m. Su reproducción al igual que otros Rajiformes de profundidad seria extendida a lo largo del año sin presentar picos de desove estacionales (Colonello y Cortes 2014). Vázquez et al. (2016) notan que esta especie deposita las cápsulas ovígeras en profundidades de hasta 1000 m.

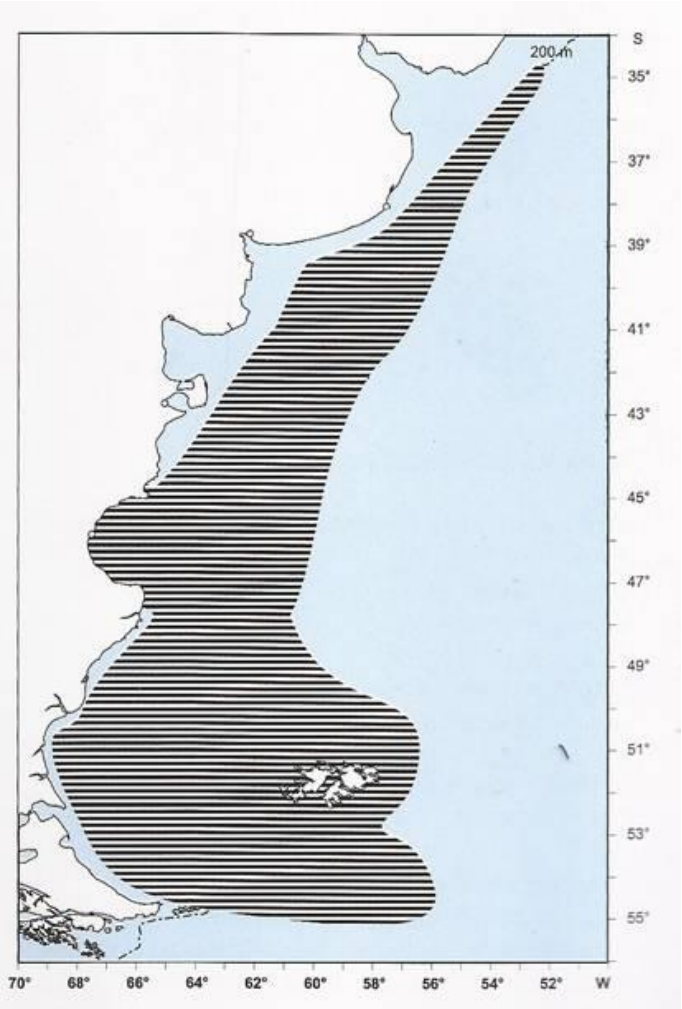


Figura 115. Distribución geográfica de *Z. chilensis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

Psammobatis normani (Raya marrón claro)

Se distribuye en el cono sur sudamericano en aguas del Pacifico desde los 30º S y en el Atlántico hasta los 37º S, a la altura de la provincia de Buenos Aires, en profundidades de 50 m a 200 m (Figura 116). La dieta está compuesta por crustáceos, cefalópodos y en menor medida por peces.

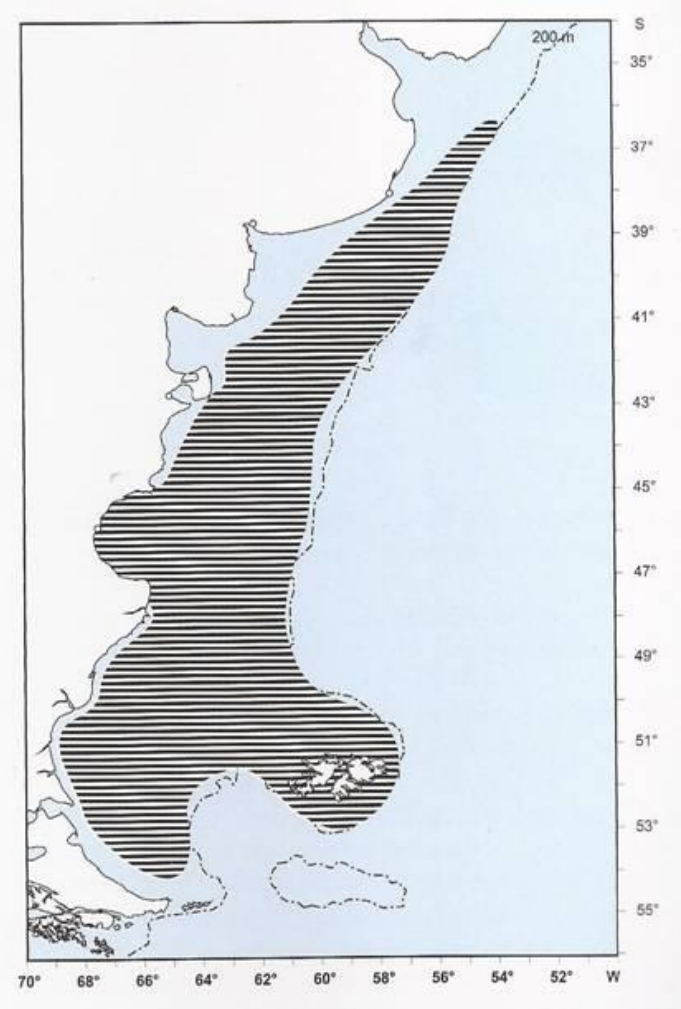


Figura 116. Distribución geográfica de *P. normani*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

Psammobatis rudis (Raya hocico blanco)

En la Argentina se encuentra desde 37º S a 55º S, en profundidades de 50 a 200 m (Figura 117). Su alimentación es similar a *P. normani* pero tienen menor importancia los poliquetos y pequeños peces.

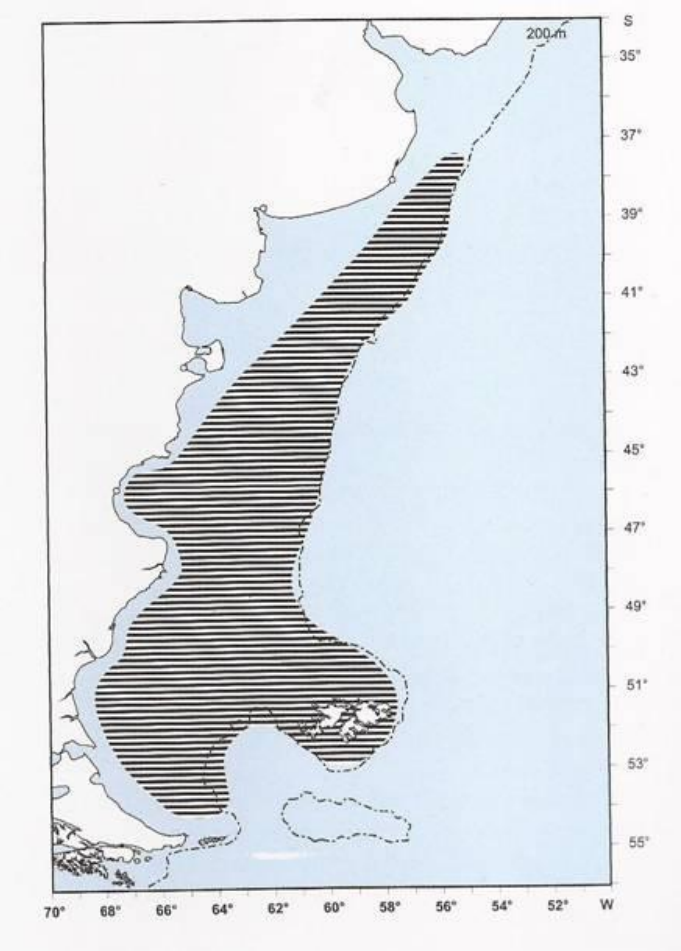


Figura 117. Distribución geográfica de *P. rudis*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

Orden Chimaeriformes

Familia Callorhinchidae

Callorhinchus callorhynchus (Pez gallo)

Especie demersal bentónica de amplia distribución que se la encuentra desde Uruguay hasta Tierra del Fuego habitando aguas someras hasta la isobata de 200 m (Figura 118). Habita aguas costeras, de plataforma y de talud. Parece existir una segregación entre juveniles y adultos, ya que los primeros habitan aguas someras y los segundos zonas más profundas. De alimentación eurífaga ingiere poliquetos, cefalópodos, anélidos, gasterópodos, bivalvos etc. Los juveniles habitan en aguas someras, pero los adultos se encuentran en aguas costeras, de plataforma y talud. En el norte de Patagonia la especie posee una actividad reproductiva ovípara, que se extiende durante todo el año, pero la principal actividad reproductiva y de puesta es de julio a febrero (Di Giacomo y Perier 1994; Chierichetti et al. 2017). La pesca es realizada tanto por parte de la flota costera como por embarcaciones medianas y grandes que operan en alta mar, en ambos casos con red de arrastre de fondo. Representa un recurso importante tanto para pescadores artesanales como industriales (Di Giácomo y Perier 1991) y en los últimos años se ha transformado en una especie blanco con mayor importancia (Bernasconi et al. 2015).

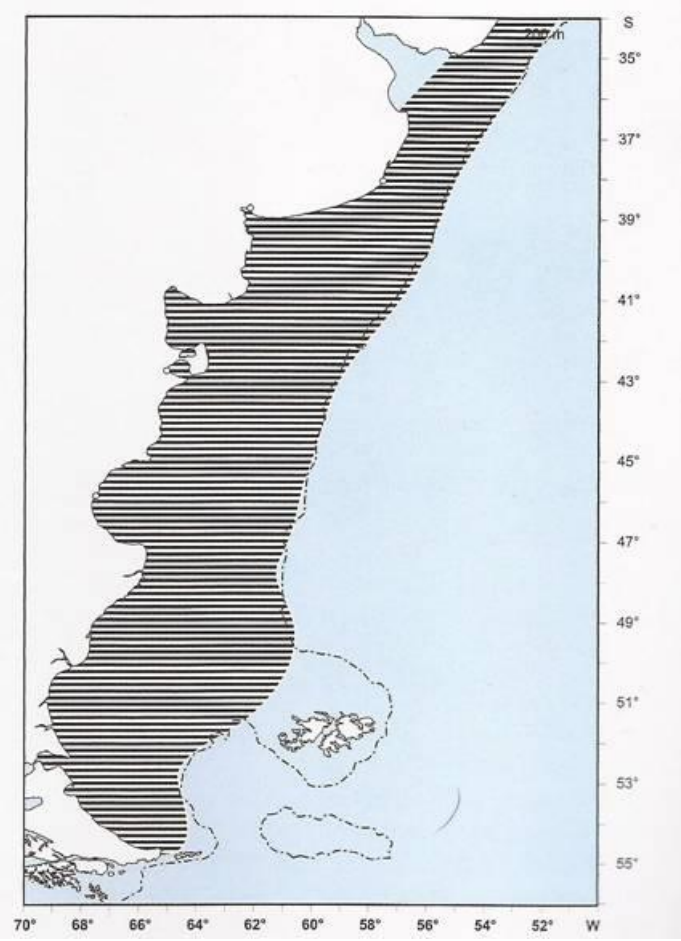


Figura 118. Distribución geográfica de *C. callorhynchus*. Fuente: Cousseau y Perrota 2013.

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-2021-123074180-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 194 pagina/s.

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:57:54 -03:00

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

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:57:56 -03:00