

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA

ESCUELA DE POSTGRADO



ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN ANTÁRTIDA: ANÁLISIS DE CRITERIOS PARA SU DESIGNACIÓN, CON ÉNSAFIS EN LA REGIÓN DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

AUTOR: Capurro, Andrea Paula (Leg. Nº 102669)

**DIRECTOR: Favero, Marco. Doctor en Biología. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras,
CONICET - Universidad Nacional de Mar del Plata.**

**CO-DIRECTOR: Barrera Oro, Esteban. Doctor en Biología. Instituto Antártico Argentino, Ministerio
de Relaciones Exteriores y Culto**

TESIS PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

**BUENOS AIRES
PRIMER CUATRIMESTRE, 2019**

AGRADECIMIENTOS

Todos lo sabemos: terminar una tesis no es tarea sencilla.

En primer lugar le agradezco a Patricia Ortúzar por haberme propuesto el tema y abrir un camino de infinitas posibilidades. A la Dirección Nacional del Antártico, al Instituto Antártico Argentino y a la Dirección Nacional de Política Exterior Antártica por brindarme el espacio, el acceso a los datos y la motivación para seguir descubriendo el singular camino antártico. A mi Director y Co-Director porque me dejaron arrastrarlos, me enseñaron, y más importante, no me dejaron bajar los brazos. A Marcos en particular por ese milagroso cronograma. A Mecha Santos por mostrarme otra manera y proyectarme en direcciones insospechadas.

A toda mi familia por su apoyo incondicional. A mis amigos y compañeros de trabajo porque hicieron más lindo el camino.

A Alan, por tu amor, tu compañía y tu confianza; por ser siempre uno más del equipo.
¡Porque la vida con vos es siempre una aventura!

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Sistema del Tratado Antártico.....	6
1.1.1. Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA).....	8
1.1.2. Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA).....	8
1.1.3. Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid).....	10
1.2. Marco Legal	11
1.3. Áreas Marinas Protegidas (AMPs).....	12
1.3.1. Ámbito mundial.....	12
1.3.2. Sistema del Tratado Antártico.....	14
1.3.3. Protocolo de Madrid.....	14
1.3.4. CCRVMA.....	15
1.4. Objetivos generales y específicos	20
2. ESTADO DEL ARTE.....	21
2.1. Antecedentes del Área Marina Protegida del Dominio 1 (AMPD1).....	21
2.1.1. Cambio Climático	21
2.1.2. Actividades humanas.....	24
2.2. El proceso del AMPD1	29
3. ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS	32
3.1. Área de estudio.....	32
3.2. Capas de información.....	35
3.3. Objetivos de conservación	36
3.3.1. Identificación.....	36
3.3.2. Origen de los datos	37
3.3.3. Análisis espacial.....	38
3.4. Actividades humanas.....	40
3.4.1. Identificación.....	40
3.4.2. Origen de los datos	40

3.4.3.	Análisis espacial.....	41
3.5.	Análisis de zonificación	42
4.	RESULTADOS.....	43
4.1.	Objetivos de conservación	43
4.1.1.	Periodo reproductivo de predadores.....	43
4.1.2.	Periodo no reproductivo de predadores.....	44
4.2.	Actividades humanas.....	47
4.2.1.	Pesquería de kril	47
4.2.2.	Transporte marítimo.....	48
4.3.	Identificación de áreas de conflicto.....	50
4.3.1.	Pesquería de kril y período reproductivo de predadores	51
4.3.2.	Pesquería de kril y período no reproductivo de predadores	52
4.3.3.	Transporte marítimo y período reproductivo de predadores	55
4.3.4.	Transporte marítimo y período no reproductivo de predadores	56
5.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
5.1.	Objetivos de conservación	60
5.2.	Pesquería de kril y zonas de conflicto	62
5.3.	Transporte marítimo y zonas de conflicto.....	64
5.4.	Implicancias de los resultados.....	69
5.5.	Siguientes pasos en investigación y gestión.....	70
5.6.	Comparación con otras AMPs en Antártida.....	72
5.7.	Comentarios finales.....	75
6.	REFERENCIAS	78
7.	ANEXO: Lista de figuras y tablas.....	91

RESUMEN

La Antártida es un lugar único no sólo por los valores naturales que alberga sino también por cómo está administrado. Aquí habitan numerosas especies marinas, la mayoría de ellas endémicas, que incluyen al kril antártico, peces, aves y mamíferos marinos. Es el único continente consagrado a la paz y a la ciencia, que está administrado por un grupo de Estados, que negocian y acuerdan instrumentos de conservación principalmente por consenso. En particular, la región noroeste de la Península Antártica (NOPA) experimenta los mayores efectos del cambio climático, que incluyen aumentos en la temperatura y reducción de la cobertura de hielo, con consecuencias para todo el ecosistema. Además, aquí coexisten diversas actividades humanas como la ciencia, la logística, el turismo y la pesquería de kril, evidenciando múltiples actores e intereses. Con el objeto de analizar y contribuir con el actual proceso para la designación de un Área Marina Protegida en el Dominio 1 (AMPD1), esta tesis exploró la distribución espacial de especies claves y de las principales actividades humanas que podrían poner en riesgo su conservación. Se observó un alto grado de solapamiento espacial entre los sitios de alimentación de los predadores, la pesquería de kril y el transporte marítimo. En particular, las zonas costeras fueron intensamente utilizadas por los predadores tanto durante la reproducción como durante el periodo no reproductivo, en coincidencia con los sitios más importantes para la actividad extractiva, advirtiendo una potencial competencia por el recurso. El transporte marítimo se intensificó en “canales” de navegación que se superponen con la distribución reproductiva y no reproductiva de los predadores, donde pueden acumularse potenciales impactos que afecten a todo el ecosistema antártico. La identificación de las zonas de conflicto permite contemplar las posibles consecuencias para los diversos actores, asistiendo en el proceso del AMPD1 y facilitando su adopción por consenso. El AMPD1, presentada por la Argentina y Chile a la CCRVMA durante el 2018, protege la singular biodiversidad marina antártica incluyendo el uso sustentable de sus recursos., a la vez que contribuye de manera sustancial a los objetivos de la Política Nacional Antártica Argentina.

ABSTRACT

Antarctica is a unique place not only for its natural values but also for its management. It hosts several marine species, mostly endemic, including Antarctic krill, fish, birds and marine mammals. It is the only continent devoted to peace and science, which is managed by a group of States that mainly by consensus negotiate and agree on conservation instruments. In particular, the northwest region of the Antarctic Peninsula (NOPA) experiences the greatest effects of climate change, including increases in temperature and reduction of ice cover, with consequences for the entire ecosystem. In addition, diverse human activities coexist here, such as science, logistics, tourism and krill fishery, stressing multiple actors and interests. In order to analyze and contribute to the current process for the designation of a Marine Protected Area in Domain 1 (AMPD1), this thesis explored the spatial distribution of key species and main human activities that could risk their conservation. A high degree of spatial overlap was observed between predator foraging sites and both the krill fishery and maritime transport. In particular, coastal areas were intensively foraged by predators during both reproduction and the non-breeding period, coinciding with the most important sites for the extractive activity, which could indicate a potential competition for the resource. Maritime transport has intensified in navigation "channels" that overlap with the reproductive and non-reproductive distribution of predators, where potential impacts that affect the entire Antarctic ecosystem can accumulate. The identification of the conflict zones allows to contemplate the possible consequences for the different actors, assisting in the process of the AMPD1 and facilitating its adoption by consensus. The AMPD1, presented by Argentina and Chile to CCAMLR during 2018, protects the unique Antarctic marine biodiversity including the rational use of its resources, while contributing substantially to the objectives of the Argentine National Antarctic Policy

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Sistema del Tratado Antártico

El Tratado Antártico es un acuerdo internacional que establece y administra las actividades y relaciones internacionales en la Antártida. Es uno de los más destacados tratados multilaterales, y una referencia en temas de cooperación, integración y legislación internacional, que aplica sobre un área definida como todas las tierras y barreras de hielo ubicadas al sur de los 60°S (STA 2017). Fue firmado el 1 de diciembre de 1959 en Washington, por los 12 países que habían realizado actividades científicas en la Antártida y zonas cercanas como parte del Año Geofísico Internacional de 1957-1958, entre los que se encontraban la Argentina, Australia, Bélgica, Chile, los Estados Unidos, Francia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Sudáfrica, el Reino Unido y Rusia. El Tratado entró en vigor el 23 de junio de 1961 al firmarse la ratificación por el último de los signatarios originales. A partir de su entrada en vigor se aseguró el uso exclusivo de la Antártida para fines pacíficos, contemplando la libertad de investigación científica y la cooperación internacional (STA 2017).

Siete de los signatarios originales, la Argentina, Australia, Chile, Francia, Noruega, Nueva Zelanda y el Reino Unido, mantienen reclamos territoriales que habían sido delineados con anterioridad a su firma, y que en algunos casos se superponen, como los de la Argentina, Chile y el Reino Unido (Figura 1). Tres países, Bélgica, Japón y Sudáfrica no tienen reclamos territoriales, mientras que los restantes dos, los Estados Unidos y Rusia, consideran que tienen fundamentos para presentar reclamos territoriales en el futuro. Todas estas posiciones están explícitamente previstas en el artículo IV (2), que mantiene el *statu quo*:

‘Ningún acto o actividad que se lleve a cabo mientras el presente Tratado se halle en vigencia constituirá fundamento para hacer valer, apoyar o negar una reclamación de soberanía territorial en la Antártida, ni para crear derechos de soberanía en esta región. No se harán nuevas reclamaciones de soberanía territorial en la Antártida, ni se ampliarán las reclamaciones anteriormente hechas valer, mientras el presente Tratado se halle en vigencia.’

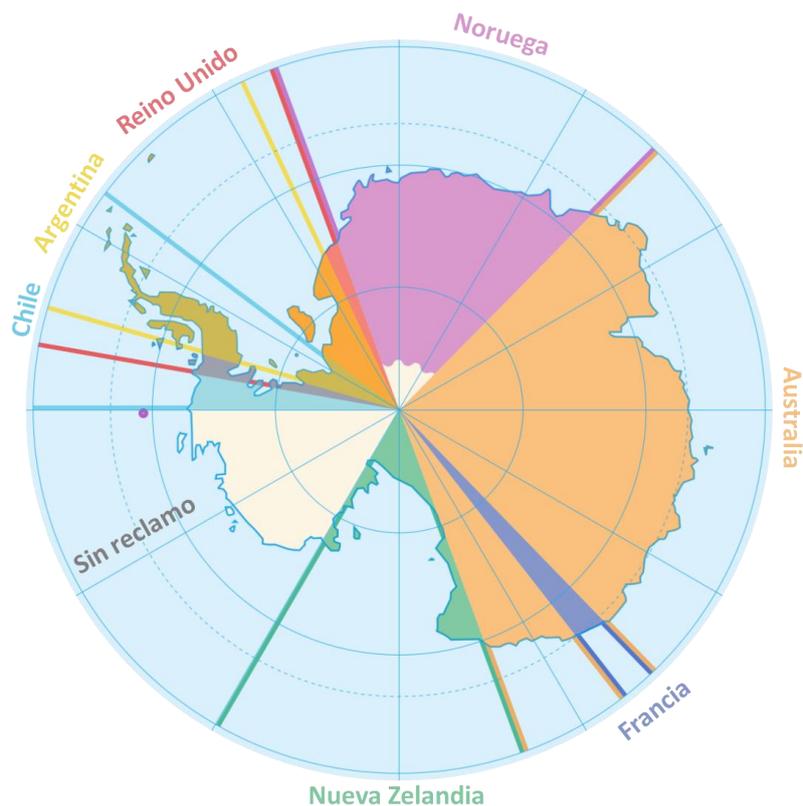


Figura 1. Reclamos territoriales en la Antártida. Notar la superposición de los reclamos entre la Argentina, Chile y el Reino Unido en el sector de la Península Antártica. Modificado de una imagen bajo atribución y licencia Lokal_Profil, CC-BY-SA-2.5

En la actualidad, 53 países son miembros del Tratado Antártico aunque sólo 29 tienen estatus consultivo, con plenos derechos decisorios. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA), que se llevan a cabo anualmente, tienen por objeto discutir y acordar políticas sobre una variedad de actividades antárticas, incluidas la investigación científica y la protección del medioambiente antártico, que son aprobadas por consenso.

El primer sistema de conservación aplicable a toda la Antártida fue establecido por las Medidas convenidas para la protección de la flora y fauna, adoptadas durante la RCTA de 1964. Posteriormente, y asociado a la protección de valores naturales específicos de la Antártida, se desarrollaron diferentes normativas, tanto dentro del seno del Tratado Antártico como en acuerdos independientes, que pasarían a formar lo que se conoce como el Sistema del Tratado Antártico (STA). Actualmente en vigencia, integran este sistema la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA) firmada en 1972, la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos

Marinos Antárticos (CCRVMA) firmada en 1980 y el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente firmado en 1991 (STA 2017). Aunque la CCFA y la CCRVMA son acuerdos independientes, contienen disposiciones que representan un compromiso de las Partes con aspectos esenciales del Tratado Antártico, como el artículo IV sobre la situación jurídica de los reclamos territoriales. Dentro del STA, la CCRVMA es de particular interés para el desarrollo de esta tesis.

1.1.1. Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA)

La Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA) se generó a partir de la preocupación de las Partes sobre las poblaciones de focas que se habían reducido drásticamente, como consecuencia de su caza intensiva a principios del siglo XIX debido al alto valor económico que tenían sus aceites y pieles. La Convención entró en vigencia en 1978 con el objetivo de promover, proteger, estudiar y gestionar racionalmente los pinnípedos antárticos para mantener sus poblaciones en un equilibrio satisfactorio en el sistema ecológico (STA 2017). Aunque el interés comercial por estos mamíferos marinos disminuyó considerablemente durante el siglo XX, esta Convención se considera exitosa, ya que las poblaciones de la mayoría de las especies protegidas por la misma (elefante marino *Mirounga leonina*, leopardo marino *Hydrurga leptonyx*, foca de Weddell *Leptonychotes weddellii*, foca cangrejera *Lobodon carcinophagus*, foca de Ross *Ommatophoca rossi*, lobo de dos pelos *Arctocephalus gazella*) ya no se encuentran amenazadas.

1.1.2. Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA)

La Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) se estableció en 1982 como reacción al interés creciente en la explotación comercial del kril antártico *Euphausia superba*, un componente esencial de la cadena trófica antártica, y a la ya existente sobreexplotación de la mayor parte de las poblaciones de peces antárticos de interés comercial. Desde entonces, tiene el objetivo de conservar la flora y fauna marina con excepción de los cetáceos y los pinnípedos, grupos de mamíferos marinos que se encuentran protegidos por otros acuerdos internacionales previos (Comisión Ballenera Internacional, CBI 1946; y la

anteriormente mencionada CCFA, respectivamente). Si bien es parte del STA, su área de aplicación es más amplia a la dispuesta para el Tratado Antártico, en tanto la CCRVMA se aplica al sur de la Convergencia Antártica, una barrera oceanográfica que dependiendo la región puede situarse al sur o al norte del paralelo 60°S, incluyendo islas subantárticas, y obedeciendo más a su origen natural que a límites políticos. Sin embargo, a fines prácticos de la implementación de esta Comisión, se han definido límites fijos a su área de aplicación, asociados con las Áreas Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés; FAO 2004) (Figura 2).

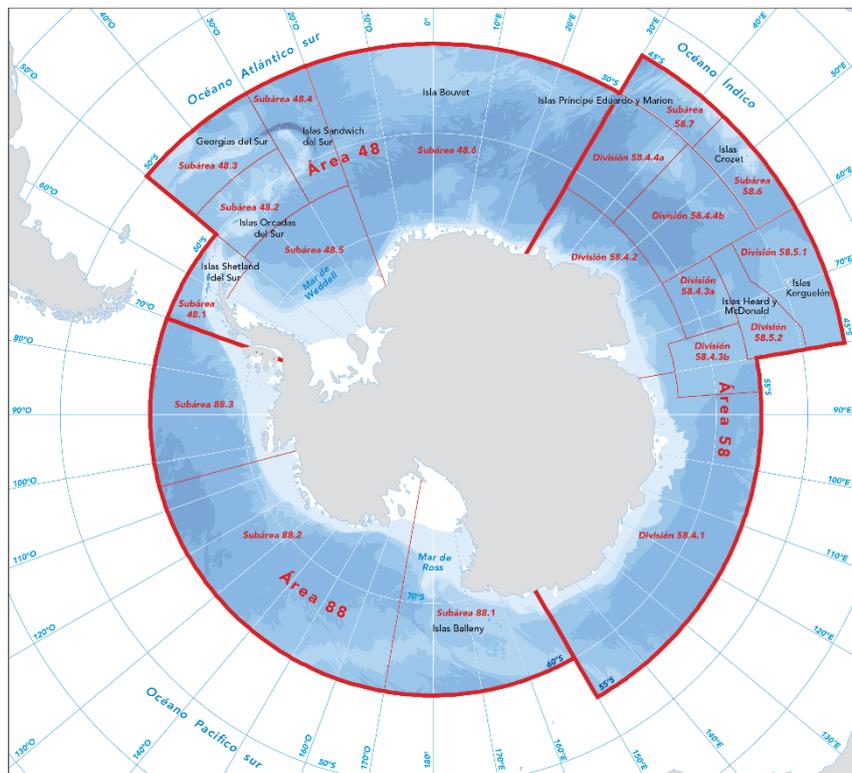


Figura 2. Área de aplicación de la CCRVMA. Incluye la división en Áreas y Subáreas estadísticas de la FAO (en rojo) y, en algunas regiones, se extiende al norte del paralelo 60°S que delimita el área de aplicación del Tratado Antártico. Extraído de la página web de la CCRVMA.

La CCRVMA cuenta con 25 países Miembros y con otros 11 países adherentes, aunque estos no coinciden plenamente con los Miembros del Tratado Antártico. Es una comisión internacional que, basándose en la mejor información científica disponible y en función del asesoramiento de su Comité Científico, implementa Medidas de Conservación (MC), en general adoptas por consenso, que regulan la utilización de los

recursos vivos marinos de una forma sostenible y racional. En las últimas dos décadas, la CCRVMA ha profundizado su accionar en un enfoque ecosistémico, en procura de dar protección no sólo a las especies blanco de la pesquería comercial – kril y peces – sino también a las especies dependientes de estos recursos tales como aves y mamíferos.

1.1.3. Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid)

El Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, comúnmente llamado Protocolo de Madrid (por la ciudad donde se firmó), se originó a partir de la necesidad de generar instrumentos específicos para la protección de los valores naturales de la Antártida. Hasta entonces, el Tratado Antártico no tenía como uno de sus objetivos principales la protección del ambiente, y los otros marcos regulatorios sólo aplicaban a especies o sistemas particulares (por ejemplo, el sistema marino). El Protocolo de Madrid es un acuerdo internacional que entró en vigor en 1998, sólo siete años después de su firma, y que desde ese entonces complementa y refuerza al Tratado Antártico garantizando que la Antártida siga utilizándose exclusivamente con fines pacíficos y científicos. Asimismo, reconoce las oportunidades únicas que ofrece este continente para la observación científica y la investigación de procesos de alcance global y regional, así como la necesidad de la protección de sus valores de vida silvestre y estéticos, prohibiendo expresamente cualquier actividad relacionada con la explotación de los recursos minerales. El protocolo consta de un cuerpo principal y cinco anexos (I: Evaluación de impacto ambiental, II: Protección de fauna y flora antártica, III: Gestión de residuos antárticos, IV: Prevención de la contaminación marina, y V: Gestión de zonas antárticas), que en términos generales destacan la necesidad de realizar una planificación exhaustiva y adecuada de las actividades antárticas, de modo de evitar o atenuar los impactos perjudiciales sobre el medio ambiente que aquellas pudiesen originar (STA 2017). Estas normas básicas son complementadas por las Medidas, Decisiones y Resoluciones que la RCTA, asesorada por el Comité de Protección Ambiental, adopta anualmente por consenso y que le otorgan flexibilidad al sistema en tanto le permite mantenerse actualizado.

1.2. Marco Legal

La República Argentina, en su carácter de país Consultivo y signatario original del Tratado Antártico, ha incorporado a su legislación los diferentes instrumentos de protección de la Antártida (Tabla 1).

Tabla 1. Marco legal del Sistema del Tratado Antártico en la República Argentina.

Norma	Año	Contenido
Ley N° 15.802	1961	Ratifica el <i>Tratado Antártico</i>
Ley N° 21.676	1972	Ratifica la <i>Convención para la Conservación de las Focas Antárticas</i>
Ley N° 22.584	1982	Ratifica la <i>Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos</i>
Decreto 2316	1990	Define la Política Nacional Antártica
Ley N° 24.216	1993	Ratifica el <i>Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid)</i>
Ley N° 25.260	2000	Ratifica el <i>Anexo V del Protocolo de Madrid</i>
Ley N° 25.263	2000	Ratifica <i>Recursos Vivos Marinos Antárticos: Régimen Legal de Recolección de Recursos Marinos Vivos</i>

A través de estos instrumentos de ratificación, todas las Medidas adoptadas por las RCTA son de carácter obligatorio e incorporadas a nuestra legislación a través de Decretos Presidenciales, exceptuando aquellas relacionadas con la designación de Áreas Protegidas, que pasan por un proceso de “rápida ratificación” que les concede su entrada en vigor dentro de los tres meses posteriores a la designación por la RCTA. Todas las Medidas deben ser ratificadas por todos los países miembros para entrar en vigor a nivel internacional. Por su parte, las Medidas de Conservación adoptadas por la CCRVMA entran en vigor en el ámbito internacional tres meses después de promulgadas, siendo

también de carácter obligatorio e incorporándose de manera directa a nuestra legislación y marco regulatorio.

Esta inclusión, por medio de Leyes Nacionales y Decretos Presidenciales, responde al objetivo fundamental de la política nacional antártica que es afianzar los derechos soberanos sobre el Sector Antártico Argentino, fundados en títulos jurídicos, ocupación y actividad permanente, contigüidad geográfica y continuidad geológica (Decreto 2316/1990). Si bien el Artículo IV del Tratado Antártico mantiene el *status quo*, la República Argentina promueve la consecución de sus intereses fortaleciendo el STA, incrementando la influencia argentina en el proceso de toma de decisiones, promoviendo la protección del medioambiente y sus ecosistemas dependientes y asociados, y promoviendo la conservación de los recursos pesqueros y la preservación de los recursos minerales, entre otras políticas (Decreto 2316/1990).

1.3. Áreas Marinas Protegidas (AMPs)

1.3.1. Ámbito mundial

En términos generales, las áreas marinas protegidas (AMPs) son áreas en las que se adoptan medidas especiales para conservar todos o parte de los recursos naturales que alberga. Las AMPs se han utilizado desde principios del siglo XX y actualmente son consideradas a nivel mundial como una estrategia efectiva de gestión, siendo capaces de alcanzar una amplia gama de objetivos, tanto de conservación como de gestión de recursos. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), su importancia abarca la conservación de la diversidad biológica, el almacenamiento de material genético, el suministro de servicios esenciales de los ecosistemas y la contribución al desarrollo sostenible. De esta manera, su implementación puede provocar la reducción de impactos humanos sobre los ecosistemas marinos y su biodiversidad asociada, así como también fortalecer la gestión sostenible de los recursos, incluso con algunos beneficios directos e indirectos para el sector pesquero (Kerwath et al. 2013).

Hacia principios del siglo XXI, la preocupación por la escasa protección de los océanos del mundo ya estaba establecida en las agendas gubernamentales. Es así que durante la Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible del

2002, los Gobiernos se comprometieron al establecimiento de una red representativa de AMPs para 2012. Este compromiso involucró, entre otros, *‘elaborar diversos enfoques e instrumentos y facilitar su uso, incluido el enfoque basado en los ecosistemas, la eliminación de prácticas de pesca destructivas, el establecimiento de zonas marinas protegidas de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de información científica, incluso el establecimiento de redes antes de 2012, el cierre de zonas en algunas épocas del año para proteger los períodos y los lugares de cría y reproducción; el uso adecuado de la tierra en las zonas costeras y la planificación de las cuencas y la integración de la ordenación de las zonas marinas y costeras en sectores clave’* (A/CONF.199/20, párrafo 32, inciso c). A partir de esto, en 2004, se generó un Plan de Trabajo sobre Áreas Protegidas que proporcionó un marco de acción para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica (CDB 2004). En 2010, las Partes al CDB adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y sus 20 Metas de Aichi (que en términos generales, abarcan desde la reducción de las presiones directas sobre la diversidad biológica y la integración de la naturaleza en los distintos sectores, hasta la promoción del uso sostenible y la participación de todos en los beneficios derivados de la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; disponible en https://cmsdata.iucn.org/downloads/aichi_targets_brief_spanish.pdf); y en 2015, los Miembros de las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. Todas estas iniciativas involucran compromisos gubernamentales mundiales que reconocen el importante papel de las AMPs como estrategia clave para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible.

Al 2018, las AMPs registradas en la Base Mundial de Datos sobre Áreas Protegidas (WDPA, por sus siglas en inglés) cubren aproximadamente el 7.3% (20 millones de km²) del océano mundial y el 16.8% de zonas marinas y costeras bajo jurisdicción nacional (UNEP-WCMC, UICN y NGS 2018). En áreas situadas fuera de la jurisdicción nacional (ABNJ por sus siglas en inglés; generalmente >200 millas náuticas), las AMPs constituyen sólo el 1.2% del área total (UNEP-WCMC, UICN y NGS 2018). En junio de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas acordó un proceso de negociación para desarrollar un *‘instrumento internacional jurídicamente*

vinculante bajo la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar sobre la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina en áreas situadas fuera de la jurisdicción nacional'. Aquí también las negociaciones abordan temas relacionados con la conservación, el uso sostenible de la biodiversidad marina, recursos genéticos marinos, y herramientas de gestión espacial como las AMPs, evaluaciones de impacto ambiental, y la creación de capacidades y la transferencia de tecnología marina (UNEP-WCMC, UICN y NGS 2018).

1.3.2. Sistema del Tratado Antártico

Si bien los océanos australes son parte de los océanos mundiales, el régimen jurídico que aplica en Antártida respecto de la protección de sus mares está definido por el Sistema del Tratado Antártico y sujeto a las negociaciones de sus estados Parte.

El establecimiento de AMPs permite mantener un ecosistema sano a través de la protección de los hábitats bentónico y pelágico, los procesos ecosistémicos y las áreas de alimentación y reproducción de las especies marinas más importantes. Estos ecosistemas australes son importantes por varios motivos, incluyendo sus ciclos biogeoquímicos, su contribución a la seguridad alimentaria, y a la particularidad de que poseen una diversidad biológica única a escala global (Murphy et al. 2013). En este sentido, el establecimiento de AMPs en esta región puede contribuir a la recuperación de las poblaciones de peces, restablecer los procesos del ecosistema que las albergan, monitorear los cambios en el ecosistema y mantener la diversidad biológica.

1.3.3. Protocolo de Madrid

El Anexo V del Protocolo de Madrid establece que cualquier zona, incluyendo las marinas, puede ser designada como Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP), siempre y cuando estas busquen *'proteger sobresalientes valores científicos, estéticos, históricos o naturales, cualquier combinación de estos valores, o las investigaciones científicas en curso o previstas'*, destacando la conservación de ecosistemas antárticos representativos, entre los que se contemplan los ecosistemas marinos. También puede ser designada como Zona Antártica Especialmente Administrada (ZAEA), si su establecimiento promueve la coordinación de las

actividades entre las partes con el objeto de reducir al mínimo los impactos ambientales (STA 2017). Además, el Artículo 6 del Anexo V estipula que “...ninguna zona marina se designará como Zona Antártica Especialmente Protegida o como Zona Antártica Especialmente Administrada sin aprobación previa de la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos” (STA 2017; Decisión 9 en RCTA 2005). Al momento, en el seno de la RCTA, se designaron seis ZAEPs exclusivamente marinas, cuatro ZAEPs mixtas con componentes terrestres y marinos, y tres ZAEAs también mixtas (ver lista completa en RCTA 2017).

1.3.4. CCRVMA

El objetivo general de la CCRVMA, detallado en su Artículo 2, es la conservación de los recursos vivos marinos antárticos, incluyendo el uso racional de los mismos siguiendo un enfoque ecosistémico y precautorio. El enfoque ecosistémico no se centra exclusivamente en las especies que son explotadas sino que considera a las especies dependientes y afines, que pudieran verse afectadas por la pesca de las especies objetivo. Para ello, la CCRVMA monitorea al ecosistema y su dinámica, y se enfrenta al particular desafío de entender, de la forma más completa posible, la enorme complejidad del ecosistema marino (CCRVMA 2001). Por su lado, el enfoque precautorio busca reducir al mínimo los efectos a largo plazo sobre el ecosistema antártico, permitiendo la toma de decisiones aún cuando no todos los datos están disponibles. En función de esto, la CCRVMA recopila la mayor cantidad de datos posibles, realizando análisis sobre la magnitud y efecto de la incertidumbre y de la falta de datos antes de tomar decisiones (CCRVMA 2001). De acuerdo a esto, para cumplir dicho objetivo, la Comisión formula, adopta y revisa las medidas de conservación sobre la base de la mejor información científica disponible. Estas Medidas de Conservación implementadas por la CCRVMA pueden incluir “*la apertura y cierre de zonas, regiones o subregiones con fines de estudio científico o conservación, con inclusión de zonas especiales para protección y estudio científico*” (STA 2017). La CCRVMA incluye el establecimiento de AMPs como parte integral de su enfoque hacia la protección de áreas marinas a fin de complementar varios instrumentos de ordenación, tales como los límites de captura y las restricciones de ciertos artes de pesca (CCRVMA 2008, párrafo 7.16).

La CCRVMA adopta la clasificación o nomenclatura de la FAO respecto de la zonificación de los océanos en sectores pesqueros y divide al área de la Convención en tres áreas estadísticas principales: Área 48 en el Océano Atlántico, Área 58 en el Índico y Área 88 en el Pacífico, las que a su vez se dividen en subáreas y divisiones estadísticas (Figura 2). Así, el Área 48 se divide en la Península Antártica (Subárea 48.1), la región de las islas Orcadas del Sur (Subárea 48.2), Georgias del Sur (Subárea 48.3) y Sándwich del Sur (Subárea 48.4), el Mar de Weddell (Subárea 48.5) y Bouvet (Subárea 48.6). El Área 58 queda dividida en Enderby-Wilkes (Subárea 58.4), Kerguelen, McDonald (Subárea 58.5), Crozet (Subárea 58.6) y Marion-Edward (Subárea 58.7). Y el Área 88 en el este del Mar de Ross (Subárea 88.1), el oeste del Mar de Ross (Subárea 88.2), y el Mar de Amundsen (Subárea 88.3). Los límites de tales áreas fueron definidos tomando en cuenta características oceanográficas y biológicas, a su vez facilitando la recolección de datos estadísticos y mejorando la gestión pesquera (FAO 2004).

Los intereses por proteger de forma adicional ciertas regiones de los océanos australes se hicieron evidentes en los años 90 con el establecimiento de dos resoluciones en el marco del Programa de Seguimiento del Ecosistema de la CCRVMA (CEMP, por sus siglas en inglés). Así, la protección del sitio CEMP en la Isla Foca (Resolución 8/X en CCRVMA 1991) y el área protegida del CEMP de cabo Shirreff (Resolución 11/XIII en CCRVMA 1994) fueron los primeros indicios de la necesidad de proteger de forma adicional zonas antárticas específicas para llevar a cabo investigaciones científicas particulares y el monitoreo a largo plazo de poblaciones. Sin embargo, estas resoluciones (por definición) no resultaron obligatorias para las Partes, sino de carácter voluntario. Recién una década después entraron en vigor Medidas de Conservación que comprometieron a las Partes a actuar de determinada manera en las áreas marinas protegidas.

En el 2004 se adoptó una de las primeras Medidas de Conservación asociadas a la protección de áreas marinas (MC 91-01 en CCRVMA 2017c). Esta medida define el procedimiento para conceder protección a las localidades del CEMP, a través de la generación de un Plan de Gestión de aquellas zonas que constituirían la red de áreas marinas protegidas, a ser evaluado por el Grupo de Trabajo de Monitoreo y Seguimiento

del Ecosistema (WG-EMM, por sus siglas en inglés), la Comisión y su Comité Científico.

En el 2009 se adoptó la Medida de Conservación 91-03 (CCRVMA 2017c) designando a la plataforma sur de las Islas Orcadas del Sur como la primera AMP en el ámbito de la CCRVMA. Esta área fue designada por su gran importancia para la conservación, y por ser representativa de las principales características medioambientales y de los ecosistemas de la región por su gran biodiversidad y ubicación. Allí se prohíbe, entre otras cosas, cualquier actividad de pesca que no sea con fines científicos. Aunque la designación de esa AMP fue hace casi 10 años, la misma no cuenta al día de hoy con planes de investigación y monitoreo, y de gestión que indiquen específicamente qué actividades pueden llevarse a cabo en ella, y cómo deben desarrollarse. Sin embargo, su designación marcó un hito en el ámbito de la CCRVMA siendo la primera AMP situada íntegramente en aguas internacionales. Este importante logro fue la culminación de arduas sesiones de trabajo científico y de negociaciones políticas a nivel internacional.

En el 2011, durante el Taller sobre Áreas Marinas Protegidas llevado a cabo en Brest, Francia, se determinó la necesidad de tener un mecanismo actualizado para planificar e informar sobre el desarrollo de las AMPs en la Antártida (CCRVMA 2011a). Para ello, y buscando generar un sistema de AMPs representativo e integral, se definieron nueve dominios de planificación (Figura 3; a partir de aquí referidos como dominios) que abarcan toda el Área de la Convención. Ese mismo año, tales dominios fueron avalados por el Comité Científico (CCRVMA 2011b, Anexo 6). Por un lado, los mismos reflejan la escala y la ubicación de los actuales esfuerzos de investigación, resultando de mayor utilidad para su monitoreo. Por otro lado, abarcan la mayor parte de la distribución de las biorregiones de los océanos australes, dotando de representatividad al sistema de AMPs. Sin embargo en su momento de creación, se aclaró que los límites de estos dominios de planificación no pretendían confinar o restringir la investigación.

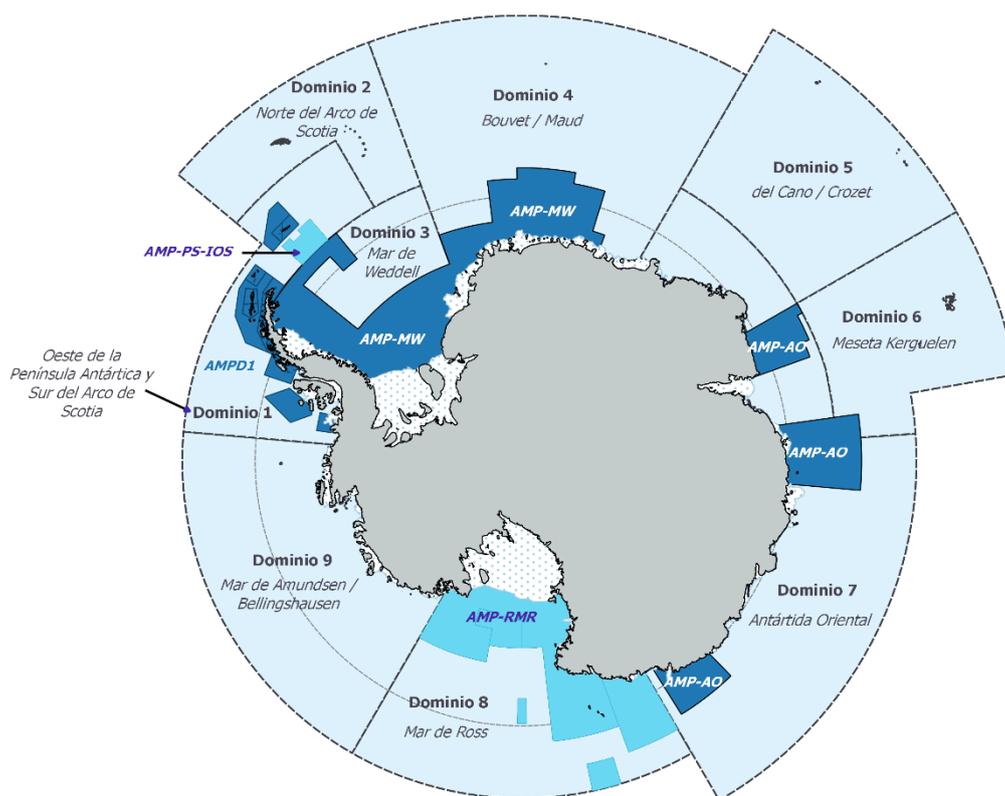


Figura 3. Dominios de planificación y AMPs en el Área de la Convención. En turquesa las AMPs adoptadas por la CCRVMA (plataforma sur de las Islas Orcadas del Sur, AMP-PS-IOS; y región del Mar de Ross, AMP-RMR). En azul oscuro las AMPs propuestas que aún no han logrado consenso (Mar de Weddell AMP-MW; Antártida Oriental AMP-AO; Dominio 1 AMPD1). Mapa de elaboración propia.

Sobre esta base, también durante 2011, la Comisión adoptó una medida de conservación más amplia, delineando el marco general para el establecimiento de áreas marinas protegidas en la Antártida (MC 91-04 en CCRVMA 2017c). En ésta, se establecieron los objetivos de designación y los procedimientos necesarios para cumplirlos, a través de planes de Gestión, Investigación y Monitoreo de las AMPs.

A partir de esta sumatoria de antecedentes, se comenzaron a desarrollar diversas propuestas para establecer AMPs en Antártida en los distintos dominios de la CCRVMA (Figura 3). Desde 2011 hasta 2016, Nueva Zelanda y los Estados Unidos trabajaron activamente en la propuesta para un AMP en la Región del Mar de Ross (Dominio 8). También desde el 2011, Australia, Francia y la Unión Europea vienen trabajando conjuntamente en la propuesta para un sistema representativo de AMPs en la Antártida Oriental (Dominio 7). A partir de 2012, Alemania en representación de la Unión Europea, lidera la propuesta para designar un AMP en la región del Mar de

Weddell (Dominio 3 y parte del Dominio 4). Finalmente, desde 2012, Argentina y Chile son los proponentes de un AMP en la región Oeste de la Península Antártica y Sur del Arco de Scotia (Dominio 1).

Aunque en la actualidad se cuenta con un instrumento de gestión para el establecimiento de estas áreas (MC 91-04 en CCRVMA 2017c), en los últimos años han surgido numerosos debates para su designación efectiva, principalmente debido a diversos intereses de las Partes involucradas, tanto de carácter geopolítico, económico y científico/técnico (por ejemplo, CC-CRVMA 2012, párrafos 5.21 a 5.30; CC-CRVMA 2014, párrafos 5.11 a 5.45).

En el 2016, sin embargo, y tras intensas negociaciones políticas, se marcó un nuevo hito en el desarrollo de AMPs en el Área de la Convención cuando se designó el AMP de la región del Mar de Ross (MC 91-05). La misma tiene un área aproximada de 1 millón y medio de kilómetros cuadrados conformando el AMP más grande del mundo. La importancia de esta designación radica en que la región del Mar de Ross contiene elementos de excepcional valor ecológico e importancia científica, en cuya plataforma continental se encuentra una de las áreas de mayor productividad de los océanos australes y una de las pocas regiones del mundo que todavía alberga la gama autóctona completa de depredadores de nivel trófico superior.

La necesidad de proteger áreas marinas representativas en la Antártida está bien establecida tanto en el Protocolo de Madrid como en la CCRVMA, apoyada por el compromiso de cooperación entre ambos instrumentos (Resolución 1 en RCTA 2006). El enfoque de la CCRVMA con relación a la protección de áreas marinas complementa el de las ZAEAs y ZAEPs establecidas por las Partes del Tratado Antártico. Este enfoque se encuentra en consonancia con la decisión adoptada en la Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible que acordó en 2002 establecer una red representativa de AMPs para 2012 (Naciones Unidas 2002). Actualmente, las Partes del Tratado Antártico continúan trabajando intensamente para consensuar el establecimiento de otras AMPs en los dominios de la CCRVMA.

1.4. Objetivos generales y específicos

El objetivo general de esta tesis es analizar el actual proceso de designación de Áreas Marinas Protegidas en el ámbito de la CCRVMA, con énfasis en la región del Oeste de la Península Antártica y el Sur del Arco de Scotia (Dominio 1), y proponer mejoras o criterios que contribuyan a garantizar sus metas de conservación.

Los objetivos específicos son:

1. Identificar y analizar aquellas actividades antrópicas en el Dominio 1 que puedan constituir una amenaza de conservación para el establecimiento de AMPs en el marco de la CCRVMA;
2. Seleccionar aquellas variables que mejor representen dichas actividades antrópicas, y que permitan una cuantificación del efecto de las mismas;
3. Incorporar estas variables antrópicas a análisis geográficos para el Dominio 1, generando capas de información que asistan en la toma de decisiones sobre el diseño y establecimiento de AMPs.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Antecedentes del Área Marina Protegida del Dominio 1 (AMPD1)

2.1.1. Cambio Climático

De acuerdo al Grupo de Expertos sobre Cambio Climático y Medio Ambiente Antártico (ACCE por sus siglas en inglés), el calentamiento del sistema climático es inequívoco: la atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar ha aumentado, y las concentraciones de los gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC 2013). En particular, el Oeste de la Península Antártica (OPA) está sujeta a cambios ambientales continuos que incluyen el calentamiento de la atmósfera y del océano, cambios en la extensión y duración del hielo marino y en las precipitaciones, derrumbes de barreras de hielo, acidificación del océano y cambios en el régimen eólico. Además, el OPA de Norte a Sur presenta un fuerte gradiente climático latitudinal, tanto en temperatura como respecto al hielo oceánico, caracterizado en el Norte por una temporada de hielo corta y condiciones más marinas, y en el Sur con condiciones más continentales y una temporada de hielo más larga. Asimismo, pruebas recientes han marcado la importancia del calentamiento de las Aguas Circumpolares Profundas que ha forzado el retroceso de glaciares en la parte meridional del OPA, lo cual, a su vez, ha sido asociado con el aumento de las temperaturas del aire. Por el contrario, los glaciares en el norte del OPA, que están expuestos a aguas más frías que vienen del Mar de Weddell, son más estables. Además, las diferencias también se registran entre los sectores costeros y aquellos más continentales. Mientras que se ha registrado un aumento en las precipitaciones en forma de lluvia en los sectores costeros como el norte del OPA y las Islas Shetland del Sur, sectores continente adentro muestran una disminución en las precipitaciones en forma de nieve. Por ello, en concordancia con la Medida de Conservación 91-04, el desarrollo de estrategias de conservación de los recursos marinos vivos, en particular la designación de un sistema representativo de AMPs, es de particular importancia para mantener la capacidad de adaptación en vistas del cambio climático.

El sector antártico suroccidental, desde la Península Antártica hasta la

Convergencia Antártica y el Arco de Scotia, incluyendo las islas Georgias del Sur y Sandwich del Sur, es una de las áreas más productivas de los océanos australes. A su vez, la Península Antártica es una de las áreas que, de manera más evidente, muestra los efectos del calentamiento global (Ducklow et al. 2013). Aquí, la temperatura del aire en superficie ha aumentado un promedio de 3-4° C, mientras que la temperatura invernal promedio ha aumentado en 6°C entre 1950 y 2005 (Meredith & King 2005, Turner et al. 2009). Durante ese mismo período, se registró un incremento de la temperatura promedio de la superficie del mar de más de 1°C durante el verano (Meredith & King 2005). En este contexto y en apoyo a estas tendencias, se pueden destacar los datos tomados por el Servicio Meteorológico Nacional en la Base Orcadas, que constituyen la serie temporal más extensa de toda la Antártida (Figura 4).

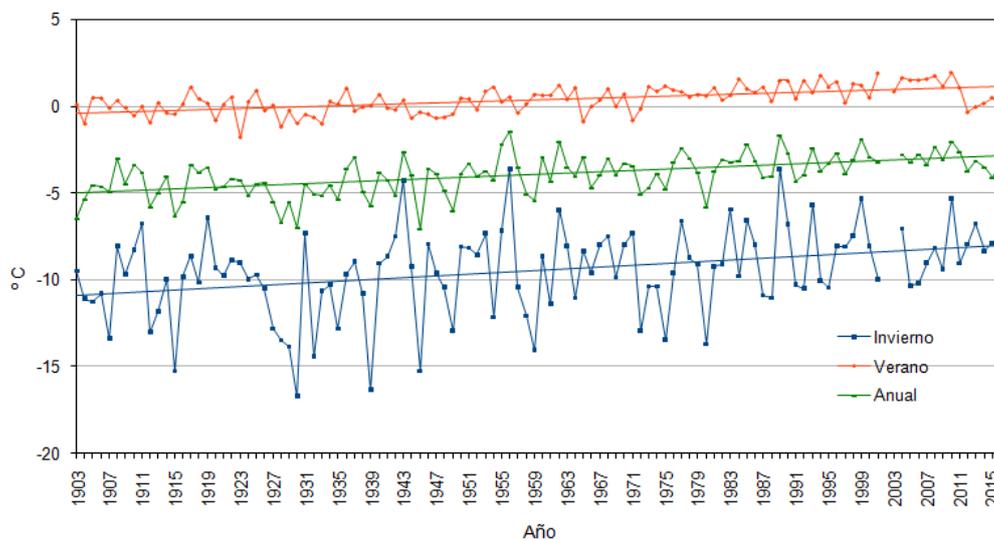


Figura 4. Serie histórica de registros de la temperatura del aire en la Base Orcadas. Los datos se presentan agrupados durante el verano (promedio de los meses diciembre, enero y febrero), el invierno (promedio de los meses junio, julio y agosto) y anual (promedio de todos los meses del año) y están acompañados por sus respectivas líneas de tendencia. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

El calentamiento experimentado en la región ha producido cambios en la dinámica del hielo marino. Su extensión promedio declinó un 40% y la duración de la capa de hielo se redujo en 80 días (Stammerjohn et al. 2003, 2008a, 2008b, 2012; Ducklow et al. 2013). Ha decrecido también la frecuencia de los años fríos, mientras que ha aumentado el derretimiento de los glaciares y el colapso de plataformas de hielo ha aumentado en algunas áreas del OPA (Skvarca et al. 1999, Cook et al. 2016). Cabe mencionar un ejemplo puntual de los efectos del cambio climático en el OPA: el Glaciar

Fourcade, en el fondo de la Caleta Potter, en la isla 25 de Mayo, Islas Shetland del Sur, próximo a la base científica argentina Carlini, ha retrocedido aproximadamente cerca de unos 1000 m en el lapso de tres/cuatro décadas desde 1956 (Rückamp et al. 2011). Evidencia reciente demuestra que estos fenómenos naturales no son sólo producto del calentamiento atmosférico, como se pensó originalmente, sino también por el calentamiento de aguas oceánicas profundas asociadas a la intromisión de la Corriente Circumpolar Antártica en la plataforma del OPA (Cook et al. 2016). Otras consecuencias observadas incluyen cambios en la circulación atmosférica, aumento en la velocidad del viento, y una frecuencia aumentada de la nubosidad, de las nevadas y de las precipitaciones (Thomas et al. 2008).

Un aspecto relevante del cambio climático regional es la magnitud del impacto que un cambio relativamente pequeño en la temperatura puede ocasionar en el ambiente. El aumento de unos pocos grados en la temperatura del aire produce, a su vez, un aumento en la temperatura del océano que puede causar cambios hidrológicos significativos, que afectan tanto al ambiente físico como a los organismos. El aumento del escurrimiento de agua dulce por el derretimiento de los glaciares ha producido cambios estacionales en el fitoplancton y, en consecuencia, en el zooplancton marino (McClintock et al. 2008, Moline et al. 2008). Además, la declinación del hielo marino invernal ha modificado la variedad y composición del fitoplancton, que a su vez favorece la proliferación de las salpas en detrimento del kril (Loeb et al. 1997). El crecimiento del kril estuvo asociado con años de grandes cantidades de hielo marino durante el invierno (Fraser y Hoffman 2003), por lo que se ha propuesto que la disminución, tanto de la extensión como de la duración del hielo marino es la causa de la reducción observada en la biomasa de kril en la región de la Península Antártica (Atkinson et al. 2004, Flores et al. 2012). Además, se ha sugerido que bajo ciertos escenarios, los huevos de kril podrían ser sensibles a cambios en la acidificación del océano (Kawaguchi et al. 2013). El efecto de múltiples factores de estrés y posibles efectos sinérgicos, podrían convertirse en una amenaza significativa para las poblaciones de kril en los océanos australes. Cabe destacar también que debido al rol fundamental de este crustáceo en el ecosistema antártico, los efectos del cambio climático podrían derramarse hacia el resto de la cadena trófica incluyendo a los depredadores superiores, sea por la pérdida o ganancia de hábitat crítico (por ejemplo el

territorio utilizado durante su reproducción), y/o por modificaciones en la cadena alimenticia, impactando directamente en las presas de las que se alimentan. En particular, la reducción del hielo marino podría impactar negativamente en el éxito reproductivo de las especies dependientes del hielo, mientras que sería beneficioso para aquellas no dependientes de él (Forcada, 2007, Flores et al. 2012).

2.1.2. Actividades humanas

Además de la importancia de los efectos del cambio climático para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos, hay otros efectos que también deben ser tenidos en cuenta al diseñar estrategias de conservación. En el Dominio 1, son varias las actividades humanas contempladas en el Sistema del Tratado Antártico que tienen lugar simultáneamente. La pesquería de kril y el turismo, junto con las actividades logísticas y científicas, deben ser consideradas durante los procesos de toma de decisiones, a fin de aumentar la eficacia de las estrategias de conservación.

2.1.2.1. Pesquería de kril antártico

La pesca del kril comenzó en 1961, intensificándose a partir de la década de 1970. Mientras la industria pesquera se desarrollaba, las zonas de pesca se mudaron del océano Índico al Atlántico, concentrándose en éste último a partir de los primeros años de la década de 1990. Durante los últimos diez años, probablemente debido a la disminución en la extensión del hielo marino, la distribución espacial de la pesquería se fue desplazando hacia el sur y hoy se encuentra concentrada principalmente en las siguientes regiones: i) Mar de la Flota, entre el extremo norte de la Península Antártica y las Islas Shetland del Sur; ii) noroeste de la Isla Coronación en las Islas Orcadas del Sur; y iii) norte de las Islas Georgias del Sur (Figura 5; CCRVMA 2017a). En estas áreas la pesca del kril se encuentra regulada por la CCRVMA a través de las Medidas de Conservación 51-01 y 51-07, que establecen límites de captura precautorios y niveles críticos de activación como “reglas decisorias”, a fin de determinar qué proporción del stock puede ser capturado sin afectar el cumplimiento de los objetivos de la Convención.

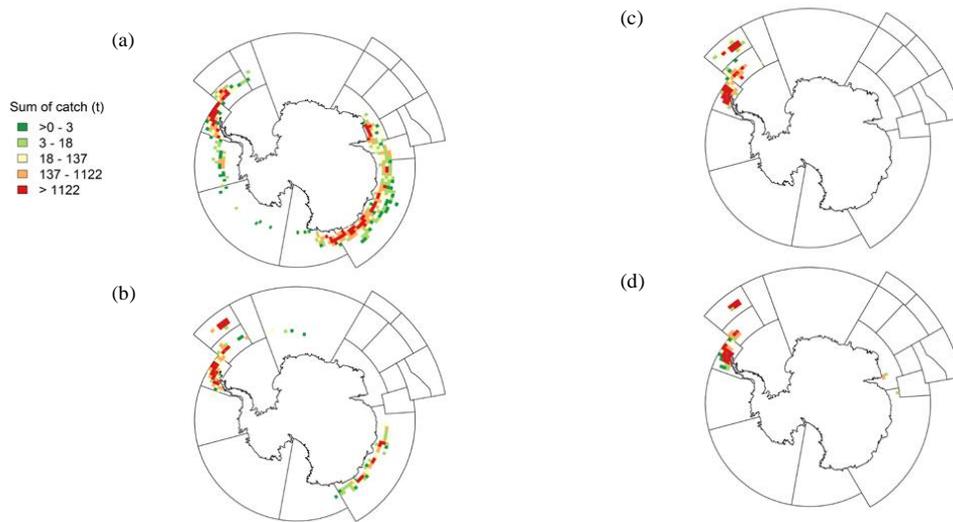


Figura 5. Distribución espacial de la pesquería de kril en el Área de la Convención. Capturas de kril informadas a la CCRVMA para los años (a) 1980 a 1989, (b) 1990 a 1999, (c) 2000 a 2009, y (d) 2010 al presente. Mapa extraído del Informe de la Pesquería de Kril (CCRVMA 2017a).

Debido a la creciente variabilidad ambiental en el área y al aumento de la capacidad operativa de las pesquerías, el interés en actividades extractivas está aumentando. Por ello, es necesario realizar un esfuerzo multinacional de investigación, destinado a comprender los procesos en curso en la región. Hay una imperiosa necesidad de incorporar el cambio climático al manejo de las pesquerías, con el objetivo de contribuir a entender y desentrañar los efectos de las distintas causas. En el ámbito del Tratado Antártico se ha reconocido que el cambio climático es uno de los fenómenos naturales principales que afecta el ecosistema marino antártico, imponiendo un nuevo conjunto de presiones que afectarán la productividad, la condición y distribución de las especies y los procesos del ecosistema, produciendo cambios que son actualmente más notorios en el Oeste de la Península Antártica (Argentina & Chile 2016) pero que pueden amenazar toda la Antártida en el futuro. La comprensión rigurosa de los diferentes factores que generan estos cambios mejorará nuestra habilidad para detectar y adaptarnos a cambios futuros, ayudando así a minimizar la disrupción de los ecosistemas marinos antárticos y los suministros de alimento humano.

2.1.2.2. Turismo antártico

El turismo, la única otra actividad comercial que está permitida en la Antártida, comenzó en el año 1958 y estuvo organizado por la Argentina (Jensen & Vereda 2016).

Actualmente está estrictamente controlada por el Tratado Antártico y el Protocolo de Madrid, a través de distintas Medidas y Resoluciones que ahora integran el paquete normativo del Tratado Antártico en esta materia. Por ejemplo, la guía para los visitantes a la Antártida (Recomendación XVIII-1 en RCTA 1994) incluye una serie de pautas de comportamiento que se deben seguir respecto de la protección de flora y fauna, de la gestión de las zonas protegidas, del respeto por las actividades científicas, de los recaudos en materia de seguridad, y de la necesidad de mantener a la Antártida en su estado prístino. En el 2004, esta guía fue incluso complementada con directrices sobre planes de contingencia, seguros y otros temas, que aún se encuentra en la etapa de aprobación por las Partes Consultivas. Además, existen las directrices generales para visitantes a la Antártida, que contemplan los requisitos para el desembarco de pasajeros y transporte (Resolución 3 en RCTA 2011) que a su vez se encuentran especialmente desarrollados en las directrices específicas para los sitios más frecuentemente visitados por turistas, teniendo en cuenta sus valores ambientales. Adicionalmente, y tal como lo establece el Anexo 1 del Protocolo de Madrid, las actividades turísticas son sometidas a una Evaluación de Impacto Ambiental llevada a cabo por un Programa Antártico Nacional (usualmente aquel en el cual el operador está radicado), poniendo en conocimiento de los operadores toda la normativa ambiental vigente y buscando minimizar los potenciales impactos ambientales que la actividad pudiera ocasionar.

La mayoría de los operadores turísticos están nucleados bajo la asociación internacional de operadores turísticos antárticos (IAATO, por sus siglas en inglés), la cual, participa de las RCTA en calidad de Observador y está permanentemente actualizados sobre las medidas de protección que adopta el STA. La IAATO entiende que la actividad comercial que fomenta sólo puede perpetuarse en tanto se conozcan y se cumplan las normativas ambientales aplicables a la actividad, por lo que también actúa como un intermediario adicional entre el STA y los operadores turísticos, comunicando y transmitiendo el paquete normativo que aquellos deben seguir. El turismo comercial en buques y aeronaves ha crecido constantemente desde las primeras expediciones comerciales a mediados del siglo pasado. Su crecimiento no ha sido de forma lineal, observándose los picos más altos en situaciones de economía global favorable, y los más bajos en lapsos de crisis financiera global o asociados a cambios normativos en cuanto a las condiciones y restricciones de navegación en aguas

antárticas, generados en el marco de la Organización Marítima Internacional. A pesar de estas condiciones particulares, la temporada 2013-2014 involucró cerca de 37.100 turistas (IAATO 2018a), más del doble que 11 años atrás (Figura 6). La gran mayoría de estos visitantes viajan en buques de pasajeros a la región de la Península Antártica e islas adyacentes, adonde se puede llegar en pocos días, principalmente desde los puertos de Ushuaia y, en menor medida, de Punta Arenas. De acuerdo a las tendencias actuales, se espera que el número de turistas siga incrementando en los próximos años, lo que posiblemente demandará una regulación aún más estricta por parte del STA, en materia de considerar y minimizar los impactos acumulativos en el medio ambiente antártico (Bastmeijer & Roma 2004). Por otro lado, vale notar el desarrollo creciente del turismo de menor escala con veleros o pequeños yates, con o sin fines comerciales. Si bien un número importante de éstos se encuentra afiliado a la IAATO, otros no lo están e incluso un tercer grupo viaja a la Antártida sin permiso de autoridad competente (Reino Unido, Argentina, Chile e IAATO 2018). Este tipo de turismo, por la dinámica propia de la actividad y el tipo de embarcación, resulta más complejo de regular y controlar por el STA, pudiendo su accionar resultar en potenciales impactos ambientales.

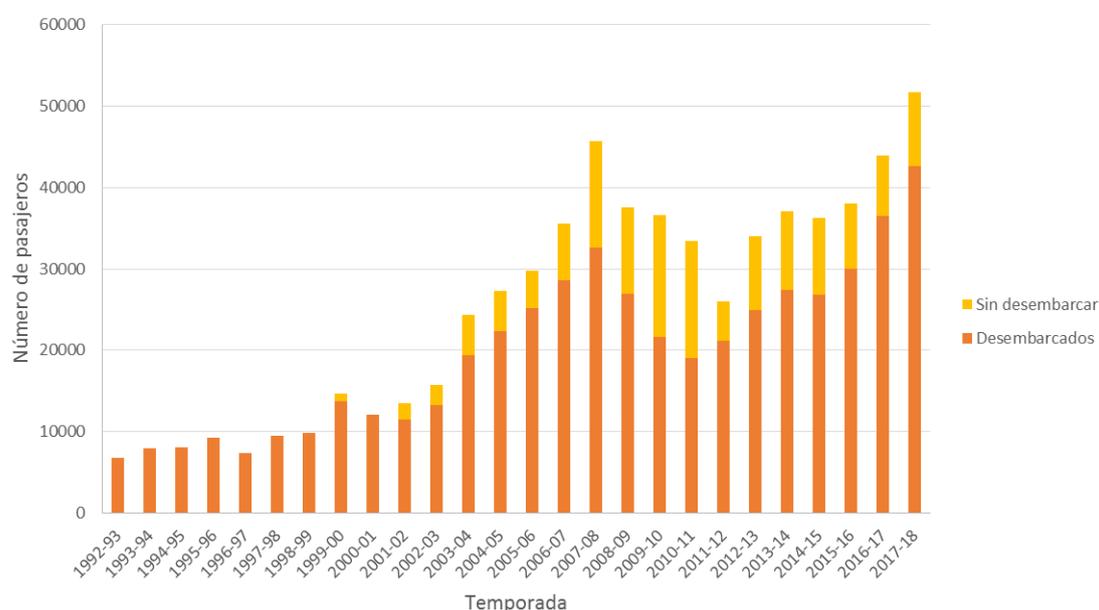


Figura 6. Evolución temporal de la actividad turística en Antártida. Número de pasajeros que visitan el continente por temporada, discriminado por aquellos que desembarcan y aquellos sin desembarcar. Estos últimos corresponden a pasajeros que viajan en embarcaciones con capacidad superior a los 500 pasajeros que, de acuerdo a la regulación del STA, no tienen permitido bajar a tierra.

2.1.2.3. Ciencia y logística

Las actividades logísticas involucran el mantenimiento de estaciones científicas permanentes y transitorias, refugios y campamentos, como parte del apoyo a las actividades científicas que se desarrollan en el continente antártico. El Dominio 1 tiene 35 estaciones científicas que pertenecen a 16 países miembros del STA (COMNAP 2017). En estos sitios se implementan centenares de proyectos de investigación, muchos de ellos de monitoreo de largo plazo, que permiten comprender mejor las particularidades de este ecosistema único. El apoyo logístico junto con el desarrollo de los proyectos de investigación implican el transporte de una gran cantidad de personal técnico-científico y logístico, y materiales de investigación, logística y construcción (entre otros), especialmente en los meses de verano, cuando el clima es más benigno y las posibilidades de acceso al Continente son mayores. Los medios logísticos deben además asegurar el aprovisionamiento de víveres, combustibles y diversos materiales a las cerca de 1600 personas que quedan durante todo el año en las estaciones científicas permanentes ubicadas en el Dominio 1, con posibilidades de acceso más limitadas debido a la presencia de grandes extensiones de hielo marino. Si bien el transporte puede hacerse por vía aérea o marina, el transporte marítimo es el medio logístico mayormente utilizado.

Cualquiera de estas actividades humanas, sean o no de carácter comercial, pueden generar impactos ambientales locales (Tin et al. 2009). Además, pueden generar un tráfico naval, aéreo y terrestre intenso que potencialmente aumenta los riesgos ambientales, tales como eventuales derrames de hidrocarburos, disturbios en flora y fauna, contaminación sonora por la presencia de buques e introducción de especies no nativas, entre otros. Cabe destacar que la consideración de estas actividades en esta tesis no pretende descalificar aquellas que están permitidas dentro del Sistema del Tratado Antártico, sino que busca establecer firmemente la asociación entre el desarrollo de cualquier actividad humana y el impacto irremediable que esta genera, por no ser parte del sistema natural prístino que pretende ser estudiado o conocido.

2.2. El proceso del AMPD1

La designación de un AMP en la región de la Península Antártica y del Arco de Scotia se torna cada vez más importante en el contexto actual de cambio climático. Las consecuencias del calentamiento global que resultan de la interacción de múltiples factores, dan lugar a diferentes tipos de respuestas poblacionales entre las diferentes especies, con los consiguientes cambios en las comunidades y los ecosistemas. Estos se expresan a nivel regional y a diferentes escalas de tiempo, dependiendo del impacto local de los ciclos de calentamiento y el impacto sobre cada especie en particular.

Desde el 2012, la Argentina y Chile lideran de forma conjunta el proceso para el establecimiento de un AMP en el Dominio 1 (AMPD1), con el aporte de numerosos Miembros de la CCRVMA. El liderazgo consistió en la compilación exhaustiva y el análisis integrado de una significativa cantidad de información, a través de un enfoque multilateral en todas las etapas del proceso de toma de decisiones. Esto involucró la realización de dos talleres internacionales - en 2012 y 2015 - más un tercero de carácter informal - en 2016 -, en los que participaron expertos de varios países con distintos intereses en la región, lo que propició valiosas discusiones y el intercambio de opiniones y experiencias. Este proceso fue destacado por el Comité Científico y la Comisión por ser abierto, transparente y colaborativo (CCRVMA 2017c, párrafo 5.64).

Si bien muchos estudios se han llevado a cabo en el Dominio 1 durante el último siglo, este proceso también permitió la generación y la consolidación de una cantidad invaluable de información en un proyecto integral único, estableciéndose sólidas colaboraciones entre los Miembros. Los datos han sido recopilados, analizados, discutidos y mapeados en un Sistema de Información Geográfica, lo que permitió la visualización de cientos de capas de datos relevantes para la planificación espacial del área de la Convención. En particular, estas capas de datos incluyen información científica sobre la distribución espacial de procesos ecosistémicos, de hábitats y de especies clave, que contribuyen a lograr los objetivos de conservación de la AMPD1, que contemplan la protección de:

- a) hábitats bentónicos y pelágicos representativos;

- b) procesos bentónicos y pelágicos de gran escala, los cuales contribuyen a preservar fuentes predecibles de alta productividad;
- c) áreas de importancia para el ciclo de vida de aves y mamíferos, incluidas las etapas críticas;
- d) áreas de importancia para el ciclo de vida de los peces, con particular énfasis en especies sobrexplotadas por la industria en el pasado;
- e) áreas de importancia para el ciclo de vida del zooplancton, incluyendo áreas de cría del kril antártico;
- f) hábitats raros o únicos.

Si bien en la Medida de Conservación 91-04 se incluyen objetivos que involucran actividades humanas, como el establecimiento de AMP para el “2.iii) ... *seguimiento de los efectos de la explotación y otras actividades humanas sobre los recursos vivos marinos antárticos y sobre los ecosistemas de los cuales forman parte*”; y “2.v) *la protección de áreas vulnerables al impacto de las actividades del hombre*”, las propuestas de designación de AMPs por las diferentes Miembros suelen considerar solamente variables biológicas en su análisis, o cuando incorporan actividades humanas, sólo incluyen la pesca comercial (CCRVMA 2005, CCRVMA 2011a). Sin embargo, como se destacó anteriormente, la pesca comercial no es la única actividad humana que se desarrolla en la Antártida. El Dominio 1, en particular, concentra además la mayor cantidad de turismo y el mayor número de estaciones científicas de toda la Antártida. El proceso del AMPD1 consideró información sobre las distintas actividades humanas que confluyen en el Dominio 1 y que podrían poner en riesgo los objetivos de conservación mencionados. Se discutió que mientras la pesquería de kril extrae recursos claves para la cadena trófica antártica, cualquiera de estas actividades humanas, sean o no de carácter comercial, generan también un tráfico marítimo intenso que potencialmente aumenta los riesgos ambientales mencionados anteriormente. Por ejemplo, la actividad turística visita sitios específicos utilizando botes neumáticos (u otras embarcaciones pequeñas), que genera un tráfico marítimo local intenso y potencialmente ocasiona disturbios en colonias de aves y mamíferos marinos cercanas (Bricher et al. 2008).

Respecto del tráfico o transporte marítimo, los datos puntuales con los que se contaba (sitios para visitantes provistas por la IAATO, y ubicaciones de estaciones

científicas extraídas de COMNAP) no permitían generar capas de información adecuadas. Las rutas de navegación de las embarcaciones pesqueras, turísticas y científicas/logísticas se consideraron como un elemento clave para evaluar los riesgos ambientales que podrían tener las actividades humanas. Por ejemplo, los análisis de datos sobre las rutas de navegación turísticas destacan la existencia de ciertas áreas de uso / tránsito de alta concentración, como por ejemplo el Estrecho de Gerlache (Lynch et al. 2010, Bender et al. 2016).

A través del análisis de las trayectorias de diversas embarcaciones, en conjunto con el análisis de la actividad extractiva de la pesquería de kril, y de la distribución de las especies más emblemáticas de la región, esta tesis contribuirá a un mejor entendimiento de los potenciales efectos que las actividades humanas tienen sobre los objetivos de conservación. De esta manera, complementará el proceso para la designación del AMPD1, proveyendo herramientas e información que pueda asistir en la toma de decisiones y la construcción de la propuesta final.

3. ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El área de estudio de esta tesis está definido como el Dominio 1 de Planificación de la CCRVMA (Dominio 1, de aquí en adelante), que incluye el Oeste de la Península Antártica y el Sur del Arco de Scotia (Figura 7). Tiene un área de aproximadamente 2.400.000 km² y abarca parte de las aguas de los océanos australes y de la plataforma continental antártica, que incluyen las áreas cubiertas por las plataformas de hielo.

El Dominio 1 tiene un variado paisaje con valles, fiordos, glaciares, costas irregulares que incluyen múltiples archipiélagos, islas y estrechos, y grandes extensiones de hielo que, en parte, se descongelan durante los meses de verano. La topografía del fondo marino podría describirse como una plataforma rodeada de islas, comunicada con el mar abierto por canales de diferentes profundidades (Barrera Oro 2002). Esta intrincada morfología genera una compleja circulación oceánica alrededor de la Península Antártica dominada principalmente por la corriente circumpolar antártica y la confluencia de los mares de Scotia y Weddell (Riffenburgh 2006). Alberga una amplia biodiversidad que incluye numerosas especies de fitoplancton, zooplancton, bentos, y de grupos asociados o dependientes como peces y vertebrados superiores como aves y mamíferos marinos (Knox 2006). En particular, se destaca el kril, un crustáceo pequeño rico en grasa y proteína, que se alimenta de fitoplancton y es considerado el eslabón más importante de la cadena o red trófica antártica, el cual durante el invierno se refugia bajo el hielo en busca de alimento. Al llegar la primavera, aumenta la temperatura, se derrite el hielo y la luz solar alcanza aguas más profundas, que en conjunto con el movimiento de nutrientes por las corrientes oceánicas, provocan un boom de fitoplancton y activan toda la red trófica antártica, particularmente notable en la zona costera y borde de las plataformas de hielo (Knox 2006).

Los límites del Dominio 1 y de los otros dominios de planificación de la CCRVMA están diseñados para reflejar la escala y la ubicación de las investigaciones actuales y futuras, de modo que sirvan como unidades de notificación y control en términos del establecimiento de AMPs. Aunque estos límites obedecen a cuestiones más bien operativas, el Dominio 1 encierra un ecosistema muy complejo que puede pensarse

en términos de tres regiones: la región de las Islas Orcadas del Sur (de aquí en adelante IOS), y las regiones del Noroeste y Suroeste de la Península Antártica (NOPA y SOPA, respectivamente; Figura 7). Las mismas difieren no sólo en su morfología, geología y ecología, sino también en cuanto al manejo actual de las actividades pesqueras, al tránsito de embarcaciones y a su resiliencia al cambio climático, entre otros factores.

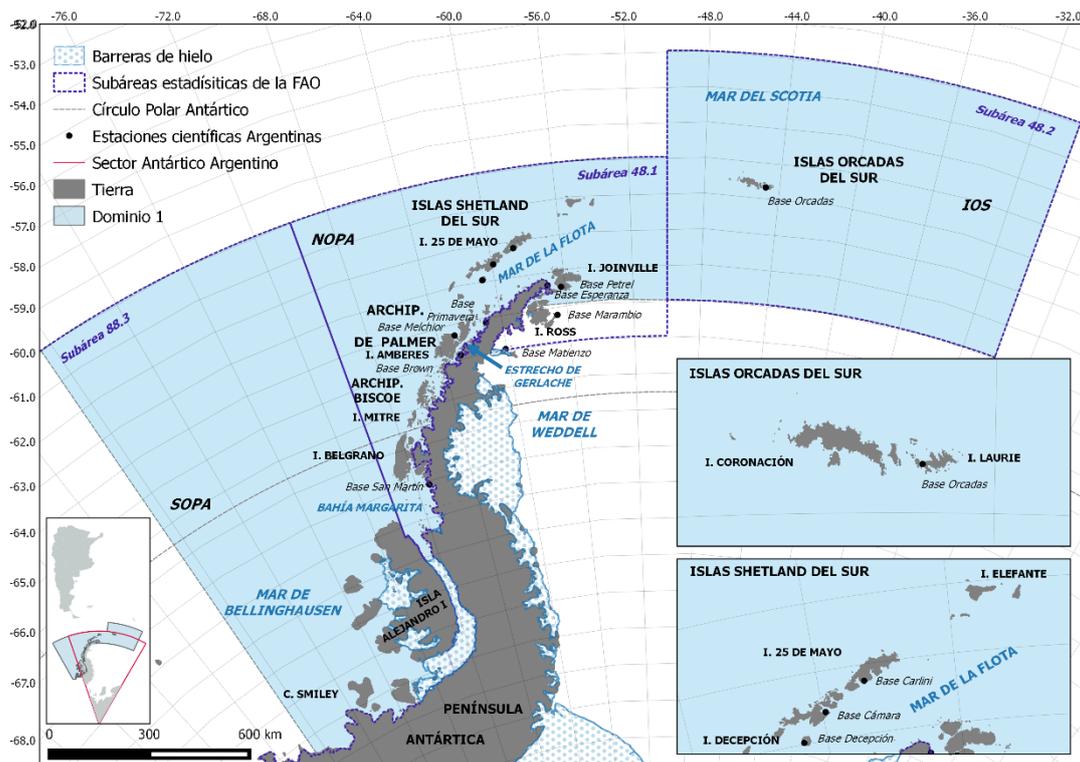


Figura 7. Área de estudio, el Dominio 1. Está comprendida por el Oeste de la Península Antártica y Sur del Arco de Scotia. Se distinguen las regiones SOPA, NOPA e IOS; y las Subáreas estadísticas de la FAO. Mapa de elaboración propia.

En términos generales, la región IOS está formada por el archipiélago de las Islas Orcadas de Sur, cuyas islas principales son Coronación y Laurie, y está separada de la Península Antártica por el sur del Arco de Scotia (la continuación submarina de la cordillera de los Andes) que le confiere características particulares (Figura 7). Forma parte de la subárea estadística 48.2 de la FAO (Figura 6), con un manejo pesquero diferencial, y es una de las regiones del sector atlántico donde históricamente se captura kril diferenciándose también en la regulación de las actividades pesqueras por parte de la CCRVMA. En esta región hay dos estaciones científicas, una de ellas argentina - Base Orcadas - ubicada en la Isla Laurie. Respecto al turismo, es una región

que cuenta con algunos sitios de interés para los visitantes pero está más alejada del continente sudamericano, y algo aislada en comparación con la región de la Península Antártica, por lo cual el volumen de actividades turísticas es menor.

El Oeste de la Península Antártica ha sido dividido en dos regiones, principalmente por los efectos del cambio climático más evidentes al Norte, y el alcance de las actividades pesqueras que son menos importantes hacia el Sur, debido a las condiciones de hielo allí más rigurosas, incluso en verano. La región SOPA está dominada por el Mar de Bellingshausen al sur del paralelo 66°S, y contiene al Círculo Polar Antártico, con la presencia de algunas islas y archipiélagos, entre las que destacan el Cabo Smiley (con la única colonia de pingüinos Emperador a esa latitud), la Isla Alejandro 1° y la Isla Belgrano, y parte del archipiélago Biscoe incluyendo la Isla Mitre (Figura 7). Se destaca por presentar barreras de hielo permanentes durante todo el año, lo que limita considerablemente las actividades pesqueras y turísticas en la región. Hay tres estaciones científicas, de las cuales la Base San Martín es la única argentina.

La región NOPA se delimita entre el sur del Arco de Scotia y el paralelo 66°S, y presenta una variada cantidad de islas, islotes, archipiélagos, estrechos y sectores peninsulares, entre los que se destacan principalmente el archipiélago de las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica, separados por el Mar de la Flota (Figura 7). Las islas principales de ese archipiélago, en términos de tamaño y/o desarrollo de actividades humanas, son las islas 25 de Mayo, Livingstone, Elefante y Decepción. En el extremo norte de la Península Antártica, se destaca por su tamaño la Isla Joinville, y hacia el sur el archipiélago de Palmer que, hacia la Península Antártica, encierra al Estrecho de Gerlache, extendiéndose la región hacia su límite austral en el archipiélago de Biscoe. En esta región hay 30 estaciones científicas pertenecientes a 16 países, entre las cuales ocho son argentinas: Base Carlini y Base Esperanza como estaciones permanentes (abierta durante todo el año), y bases Brown, Cámara, Decepción, Melchior, Petrel y Primavera como estaciones temporarias (sólo abiertas durante el verano). Forma parte de la subárea 48.1 de la FAO y es actualmente y desde hace una década, la región donde más kril se extrae en actividades pesqueras, y también la que contiene a los sitios más visitados por todo el turismo antártico.

3.2. Capas de información

Los datos usados en esta tesis están enmarcados en el proceso de designación de un AMPD1. Tal como se explicara en la introducción, este proceso que comenzó en 2012 y está liderado por la Argentina y Chile, ha involucrado la realización de numerosos talleres internacionales de expertos, en un ámbito inclusivo con la participación de un número importante de países con diversos intereses en la región (geopolíticos, económicos y científicos), como ser Alemania, Australia, China, los Estados Unidos, Francia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, el Reino Unido y Rusia.

El proceso permitió, entre otros logros, la generación de una base de datos extensa y completa de los valores naturales y de las actividades humanas que se desarrollan en el Dominio 1. A su vez, requirió de la toma de decisiones técnicas de forma multilateral, incluyendo la definición de metodologías de análisis de datos de los valores naturales.

El procedimiento incluyó la extracción de diversas capas de información sobre algunos valores naturales desde esta base de datos, y el seguimiento de las metodologías de análisis definidas multilateralmente. Así, el Dominio 1 se dividió en 24708 unidades de planificación hexagonales (UP) de 100 km² de área, respetando la morfología costera de la península e islas antárticas. Para el caso de las actividades humanas, esta tesis propone la incorporación de una nueva variable - el transporte marítimo - no considerada como capa de información en el proceso global anteriormente descripto. Todas las bases de datos se utilizaron con la debida autorización de sus correspondientes tenedores o administradores. Los datos espaciales procesados en formatos de Sistema de Información Geográfica (e.g. shapefiles) pueden solicitarse a la autora del trabajo (acapurro82 at gmail dot com), a los fines de garantizar su adecuado acceso y autoría.

Todas las capas de información utilizadas derivan de datos geográficos creados con el *Datum* WGS84 (World Geodetic System 1984) y reproyectados en el sistema Lambert Azimutal de Igual Área del Polo Sur. Se eligió esta proyección porque las áreas representadas en los mapas no sufren deformación y resultan proporcionales a las

formas originales (Zeiler 1999). La modificación de dichas capas de información o la generación de nuevas capas se realizó usando el programa de libre acceso Quantum GIS 2.8.1 (QGIS Development Team 2016). La resolución espacial de los datos utilizados en esta tesis, cuando fue posible, se definió en 100 km², coincidiendo con la escala establecida para las UP del Dominio 1.

3.3. Objetivos de conservación

3.3.1. Identificación

El proceso global de designación de un AMPD1 identificó diversos objetivos de conservación que requieren protección, desde ejemplos representativos de hábitats bentónicos y pelágicos, procesos bénticos importantes (como los cañones submarinos o las áreas debajo de las plataformas de hielo), procesos ecosistémicos de gran escala (como las zonas de alta productividad y las zonas de hielo marginal) y hábitats únicos o raros (como los montes submarinos), hasta las áreas importantes para el ciclo de vida del zooplancton, peces, aves y mamíferos marinos. Entre éstos, algunos requieren de mayor protección en función de la potencial amenaza que representan las actividades humanas que se desarrollan en el Dominio 1. Por esta razón, esta tesis se centrará en el objetivo de conservación que está relacionado con la protección de áreas de importancia para el ciclo de vida de aves y mamíferos marinos.

Dicho objetivo está abordado a través del análisis de la distribución espacial de ocho especies de predadores tope que se alimentan principalmente de kril (kril-dependientes), que pertenecen a los grupos de aves y mamíferos marinos. En el caso de las aves, se consideraron tres especies de pingüinos pygoscelidos de los denominados “pequeños”, comúnmente llamados de Adelia *Pygoscelis adeliae*, barbijo *Pygoscelis antarctica* y papúa *Pygoscelis papua*; y una especie del género *Aptenodytes*, el pingüino emperador *Aptenodytes forsteri*, que es el de mayor tamaño. Dentro de los mamíferos marinos, se consideraron tres especies de pinnípedos de las familias Otariidae, el lobo marino antártico de un pelo *Arctocephalus gazella*, y Focidae, la foca leopardo *Hydrurga leptonyx* y la foca de Weddell *Leptonychotes weddellii*; dos especies de cetáceos del suborden misticetos, la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* y la

ballena Minke *Balaenoptera acutorostrata*; y una especie del suborden odontocetos, la orca *Orcinus orca*.

3.3.2. Origen de los datos

Los datos de pingüinos, pinnípedos y cetáceos usados en esta tesis fueron extraídos de la base de datos para la designación de un AMPD1, bajo las Reglas de Acceso y Uso de los datos de la CCRVMA (disponible en <https://www.ccamlr.org/es/node/74296>). Los datos no publicados se solicitaron a los administradores correspondientes, quienes concedieron permiso para su uso (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Datos para el período reproductivo de predadores. Los mismos están discriminados por colonia, con indicación de su procedencia. ISS: Islas Shetland del Sur; PA: Península Antártica; IOS: Islas Orcadas del Sur.

Especie	Colonia	Origen de los datos
Pingüino Adelia	Copacabana (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
	Bahía Esperanza (PA)	Instituto Antártico Argentino (1)
	Isla Signy (IOS)	British Antarctic Survey (2)
Pingüino barbijo	Copacabana y Cabo Shirreff (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
	Isla Signy (IOS)	British Antarctic Survey (2)
Pingüino papúa	Copacabana y Cabo Shirreff (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
	Islas Orcadas del Sur	British Antarctic Survey (2)
Pingüino emperador	Islas Cerro Nevado y Smyley (PA)	(3)
Lobo marino antártico	Cabo Shirreff	U.S. AMLR Program (1)

(1) Sin publicar.

(2) Extraídos de Trathan et al. 2002.

(3) Extraídos de Kirwood & Robertson 1997, Wienecke et al. 1997 y Ratcliffe & Trathan 2001.

Tabla 3. Datos para el período no reproductivo de predadores. Los mismos están, discriminados por las colonias donde se colocaron los trasmisores, con indicación de su procedencia. ISS: Islas Shetland del Sur; PA: Península Antártica.

Especie	Colonia	Origen de los datos
Pingüino Adelia	Bahía del Almirantazgo (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
	Bahía Esperanza (PA)	Instituto Antártico Argentino
	Islas Orcadas del Sur	British Antarctic Survey
Pingüino barbijo	Cabo Shirreff y Bahía del Almirantazgo (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
	Islas Orcadas del Sur	British Antarctic Survey
Pingüino papúa	Cabo Shirreff y Bahía del Almirantazgo (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
Lobo marino antártico	Cabo Shirreff (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
Foca de Weddell	Cabo Shirreff (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
Foca leopardo	Cabo Shirreff (ISS)	U.S. AMLR Program (1)
Elefante marino del sur	Cabo Shirreff (ISS)	UCSC/U.S. AMLR Program (3)
	Península Potter (ISS)	Alfred Wegener Institute – Instituto Antártico Argentino (4)
Ballena jorobada	Oeste de la península Antártica	U.S. AMLR Program (2)
Ballena Minke	Oeste de la península Antártica	U.S. AMLR Program (2)
Orcas tipos A, B1 y B2	Oeste de la península Antártica	U.S. AMLR Program (2)

(1) Extraídos de Hinke et al. 2012 y 2017.

(2) Sin publicar, coordinados por Bob Pitman, U.S. AMLR Program.

(3) Sin publicar, otorgados por Dan Costa, Universidad de California, Santa Cruz.

(4) Cedidos por Horst Bornemann (Alfred Wegener Institute), disponibles en PANGAEA y publicados en De bruyn et al. 2014.

3.3.3. Análisis espacial

Para el análisis espacial se tuvo en cuenta dos períodos del ciclo de vida de las especies, el reproductivo y el no reproductivo. Esto se debe a que en cada uno de estos

períodos las especies hacen un uso diferencial de los recursos tróficos y espaciales y consecuentemente pueden presentar una distinta susceptibilidad a las actividades humanas, las que a su vez son diferentes en los períodos estivales e invernales. Para las especies que reproducen en tierra, como los pingüinos y el lobo marino antártico, se consideró la distribución espacial tanto en el período reproductivo (octubre a marzo) como en el no reproductivo (abril a septiembre). En el caso de los cetáceos, sólo se consideró el período no reproductivo (octubre a marzo), dado que estos mamíferos marinos no reproducen en aguas antárticas sino que sólo se alimentan en esas latitudes en el periodo estival.

3.3.3.1. Periodo reproductivo de predadores

Para este período se utilizaron datos de la ubicación geográfica de cada colonia y su tamaño, éste último medido por el número de parejas reproductoras para pingüinos y número de crías para lobo marino, derivados de censos aéreos o de campo (Kirkwood & Robertson 1997, Wienecke et al. 1997, Trathan et al. 2002, Zimmer et al. 2008, Kokubun et al. 2010, Ratcliffe & Trathan 2011, Santos et al. 2014; más detalle en Tabla 2). La intensidad de uso del Dominio 1 se calculó a partir del tamaño de la colonia, considerando la ubicación de cada una en particular y la distancia de forrajeo para cada especie, que se extiende a una zona de amortiguación cuyo radio varía entre 50 y 100 km desde la colonia, estimada a partir de datos de seguimiento satelital de individuos de diferentes colonias (Kirkwood & Robertson 1997, Wienecke et al. 1997, Trathan et al. 2002, Ratcliffe y Trathan 2011; Instituto Antártico Argentino, datos sin publicar; US-AMLR Program, datos sin publicar). Los resultados se muestran a nivel del grupo de especies reproductoras en tierra (en este caso, tres especies de pingüinos y una de pinnípedos) y no de especies individuales.

3.3.3.2. Periodo no reproductivo de predadores

Para este período se utilizaron los datos de puntos geográficos (latitud- longitud) derivados de registros espaciales de sensores remotos (e.g. transmisores satelitales, GPS) colocados en ejemplares de distinta especie (Hinke et al. 2012, 2017; De bruyn et al. 2014; ver detalle en Tabla 3). A los fines de evitar desvíos por especie, en función de

las distintas capacidades de desplazamiento y buceo, los datos fueron estandarizados a una ubicación cada 6 horas (Hinke et al. 2012, 2015). Con estos datos estandarizados, se calculó la proporción entre la cantidad de puntos en cada UP y la cantidad total de puntos por especie, y se aplicó un filtro que selecciona el 25% de los datos con valores más elevados. Este filtro permite seleccionar las ubicaciones donde los animales pasan la mayor parte del tiempo, y permite asumir que estas ubicaciones corresponden con probables hábitats de forrajeo.

3.4. Actividades humanas

3.4.1. Identificación

En este trabajo, las actividades humanas consideradas con potencial de afectar los valores naturales seleccionados y referidos en la sección anterior fueron las siguientes: (1) la pesquería de kril antártico, desde la perspectiva extractiva de la actividad; y (2) el transporte marítimo, incluyendo el tráfico de buques científicos, logísticos, turísticos y pesqueros.

3.4.2. Origen de los datos

Los datos de pesca de kril en el Dominio 1 no son de carácter público y el permiso para utilizarlos fue obtenido a través de la Secretaría de la CCRVMA, en cumplimiento con las Reglas de Acceso y Uso de los datos de la Convención (CCRVMA 2018b).

Los datos de transporte marítimo fueron proporcionados por la Prefectura Naval Argentina en formato de imagen, preservando de esta manera la identidad de cada buque y cumpliendo así con las reglas de uso de este tipo de datos.

Los datos de Programas Antárticos Nacionales son públicos y fueron extraídos de la página web del COMNAP (COMNAP 2017), y los datos sobre actividades turísticas, también públicos, de la página web de la IAATO (IAATO 2018a).

3.4.3. Análisis espacial

3.4.3.1. Pesquería de kril

Para estimar el impacto generado por la actividad pesquera, se utilizaron datos de la cantidad total de kril capturado (en toneladas) por lance de pesca en el Dominio 1. De acuerdo a lo establecido por la CCRVMA para el uso y publicación de datos pesqueros (CCRVMA 2015, sección 5.3), los datos de esfuerzo pesquero se agruparon para un período de 10 años (período 2005 - 2015) y a una escala espacial de 1°x1° (grados latitud/longitud). Se calculó la captura por cada unidad espacial de 1°x1°, y se re-escalaron las capturas a la resolución espacial de las UP (100 km²). Dado que la distribución de esta variable es asimétrica positiva, la misma fue transformada usando la raíz cuadrada. La intensidad de uso del Dominio 1 se calculó como la raíz cuadrada de las toneladas de kril pescadas entre 2005 y 2015 en cada unidad de planificación. Esta variable continua luego fue categorizada en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, de intensidad de uso (captura), mediante el algoritmo “Natural Jenks” (también conocido como “*Jenks natural breaks*”) que genera categorías óptimas donde la variabilidad intraclase es mínima y la variabilidad interclases máxima (Jenks 1967).

3.4.3.2. Transporte marítimo

Para estimar el impacto del transporte marítimo, se utilizaron datos de la trayectoria espacial de 39 buques, incluyendo embarcaciones pesqueras, turísticas y científicas/logísticas (pertenecientes a Programas Antárticos Nacionales), para los meses de diciembre de 2013 y enero de 2014. Los datos fueron directamente proporcionados como una imagen construida a partir de un análisis de mapa de calor (heatmap, en inglés), realizado sobre las posiciones georeferenciadas de los buques, que permite identificar zonas de mayor intensidad de uso. De esta manera, la identidad individual de la trayectoria de cada buque fue preservada, cumpliendo así con las regulaciones para el uso de estos datos. Las imágenes, originalmente en formato PDF, se convirtieron en imágenes TIF con Adobe Illustrator y se georeferenciaron usando QGIS. Por último, los datos se vectorizaron en la escala espacial de 100 km², calculando la intensidad de uso por unidad de planificación. Esta variable continua se categorizó en

4 niveles: bajo, medio, alto y muy alto intensidad de uso mediante el algoritmo Natural Jenks.

3.5. Análisis de zonificación

Para analizar el grado de solapamiento espacial de las actividades humanas con los objetos de conservación seleccionados, se utilizó un análisis de zonificación con la herramienta Summarize Zones del programa Zonae Cogito (Watts et al. 2011). Este software forma parte de un sistema de herramientas que asiste en la toma de decisiones para la planificación sistemática de la conservación (que incluye al programa Marxan). El análisis consiste en determinar el porcentaje de los valores naturales que coinciden espacialmente con cada actividad humana. De esta manera, para cada grupo de especies (pingüinos y pinnípedos, y cetáceos) y para ambas etapas del ciclo anual (período reproductivo y no reproductivo), se calculó el porcentaje de solapamiento espacial de dichos objetos de conservación con cada una de las categorías de intensidad de uso (baja, media, alta y muy alta) de la pesquería de kril y el transporte marítimo.

4. RESULTADOS

4.1. Objetivos de conservación

Los objetos de conservación seleccionados están representados por las áreas importantes para el ciclo de vida de aves y mamíferos marinos. Éstos animales son predadores importantes en el ecosistema marino antártico que dependen de sus recursos para sobrevivir, y por tanto son vulnerables a potenciales impactos de actividades locales, como las pesquerías o efectos regionales del cambio climático.

En particular, los objetos de conservación están principalmente asociados a áreas marinas importantes de alimentación. En un caso, son áreas de alimentación durante el período de reproducción para predadores que reproducen en tierra, que están limitadas a sectores costeros inshore (litoral, caletas y bahías poco profundas hasta 150-200 metros) y offshore (bahías, fiordos profundos y mar abierto hasta el borde de la plataforma continental, entre los 200 y 500 metros aproximadamente) cercanos a las colonias o asentamientos donde reproducen (período reproductivo). En el otro caso, las áreas de alimentación están vinculadas al período no reproductivo, cuando los animales migran a aguas oceánicas profundas o a otras latitudes del continente antártico para alimentarse, pudiendo recorrer vastas distancias en busca de alimento (período no reproductivo).

4.1.1. Periodo reproductivo de predadores

Durante la reproducción en el verano austral, entre los meses de octubre y abril, los pingüinos y el lobo marino antártico deben alimentarse cerca de sus colonias o asentamientos debido a las actividades de mantenimiento de pareja y pichones o crías.

La distribución de forrajeo de estas especies mostró una estructura espacial heterogénea (Figura 8). Por las restricciones implícitas de la reproducción y la necesidad de los padres de regresar a las colonias para atender a sus crías, la distribución se encontró principalmente asociada a zonas relativamente costeras, tanto insulares como peninsulares, y se extendió por un área aproximada de 245.000 km², equivalente a un 10% del Dominio 1.

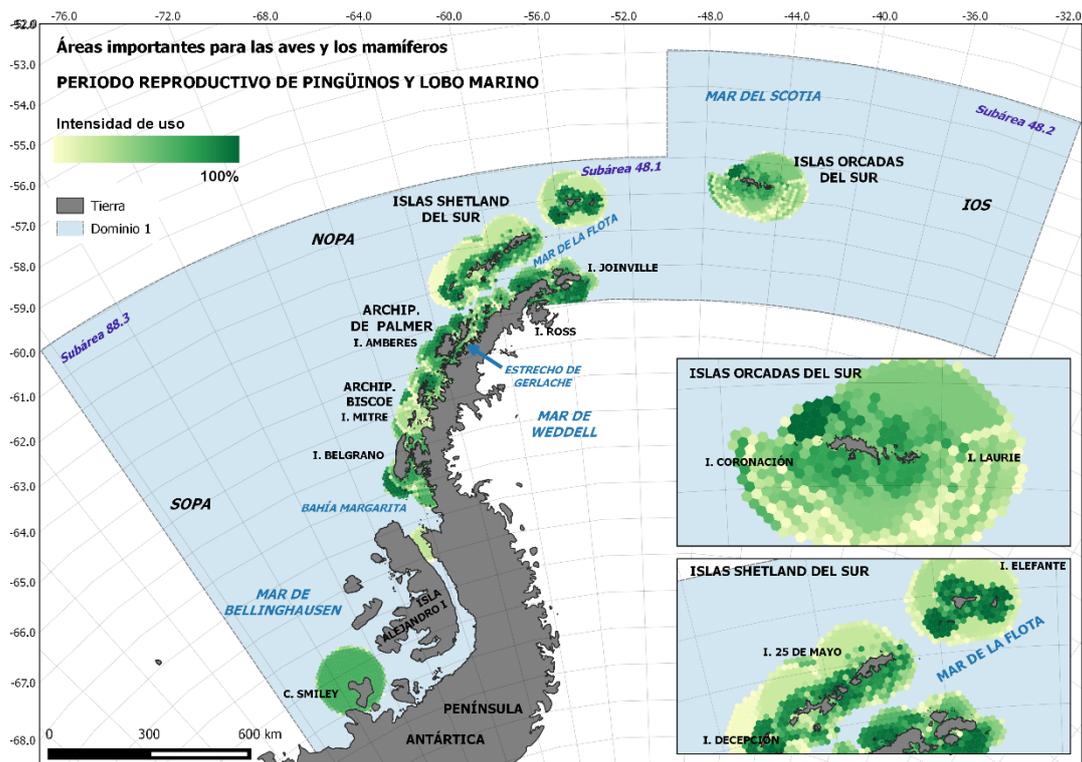


Figura 8. Distribución espacial e intensidad de forrajeo reproductivo para predadores. Mapa de elaboración propia.

La estructuración espacial heterogénea en período reproductivo también mostró variación en distintas zonas dentro del dominio 1, encontrándose zonas con valores de uso más altos, como la región IOS al noroeste de la Isla Coronación, o en los alrededores de Isla Elefante en la región NOPA, y valores de uso más bajos como en la región SOPA frente de la Isla Alejandro 1° y en las inmediaciones del Estrecho de Biscoe.

4.1.2. Periodo no reproductivo de predadores

Durante el período no reproductivo, entre abril y septiembre para pingüinos y pinnípedos, y de octubre a marzo para cetáceos, estos animales migran para alimentarse. La supervivencia en este período es no sólo crítica para los adultos por afectar su condición durante la siguiente temporada, sino también para juveniles por afectar el reclutamiento en temporadas sucesivas.

4.1.2.2. Distribución espacial de cetáceos

Los cetáceos analizados, que incluyen a las ballenas barbadas (ballena jorobada y ballena Minke) y a las orcas, son especies que sólo se alimentan en aguas antárticas y migran a latitudes más cálidas para reproducir. Su distribución de forrajeo reproductivo durante el verano austral también mostró una estructura espacial heterogénea (Figura 10), asociada casi exclusivamente a zonas al oeste de la Península Antártica, abarcando una superficie aproximada de 224.000 km² (un 9% del Dominio 1). En la región SOPA, la distribución de forrajeo estuvo principalmente vinculada a zonas costeras y marinas libres de hielo, extendiéndose hacia el sur hasta la Isla Alejandro 1° y el comienzo de la barrera de hielo. En la región NOPA, la vinculación con zonas costeras continuó en toda la extensión de la Península Antártica, pasando por el archipiélago de Palmer, el Estrecho de Gerlache y llegando hasta la Isla Joinville, incluyendo el este de las Islas Shetland del Sur, y extendiéndose incluso a zonas marinas entre costas como el Mar de la Flota.

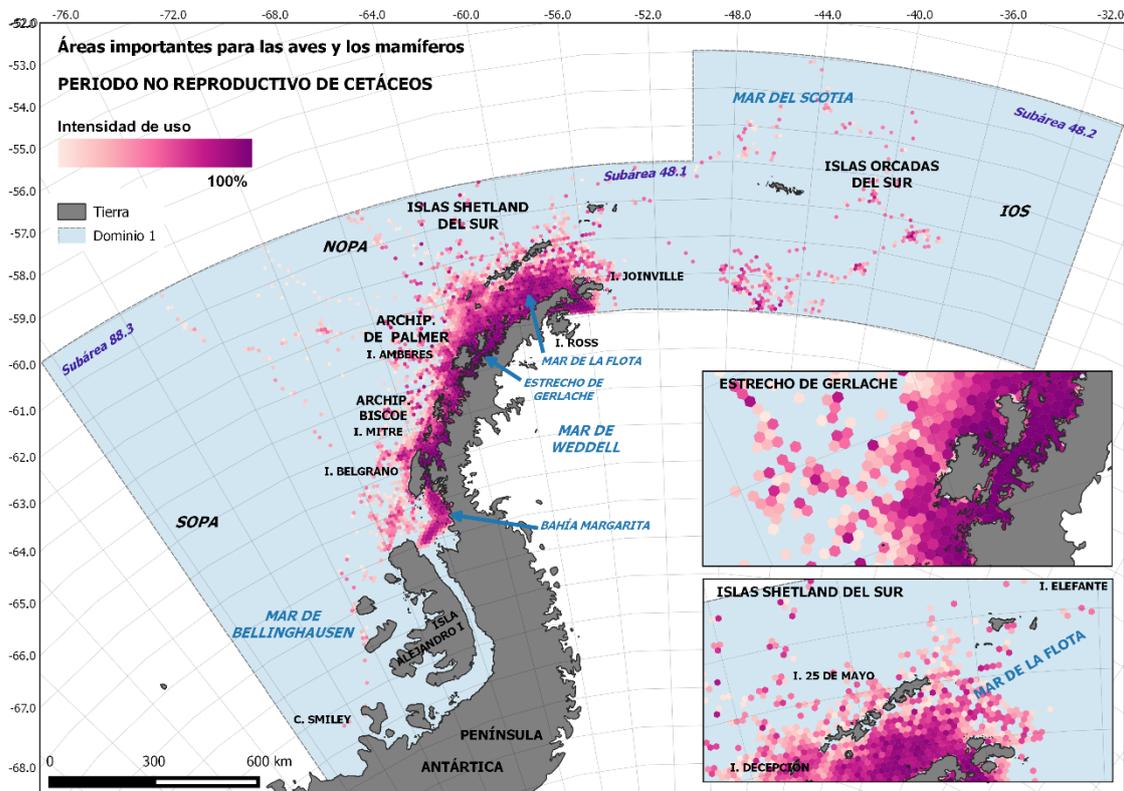


Figura 10. Distribución espacial e intensidad de forrajeo no reproductivo de cetáceos. Mapa de elaboración propia.

Respecto de la intensidad de forrajeo no reproductivo, se observó en los cetáceos un comportamiento más homogéneo que el de los pingüinos y pinnípedos, y más intenso en la mayoría de sus zonas de distribución como al norte de la Isla Alejandro 1°, los alrededores de la Isla Belgrano, el archipiélago de Biscoe, el Estrecho de Gerlache, el extremo más norte de la Península Antártica incluso extendiéndose al Mar de Weddell, y el Mar de la Flota (Figura 10).

4.2. Actividades humanas

Las actividades humanas consideradas en esta tesis fueron la pesquería comercial de kril y el transporte marítimo. La primera se analizó desde la perspectiva de una actividad que extrae del mar un recurso vivo de vital importancia para la mayoría de los predadores tope en Antártida. La segunda actividad está enfocada desde la perspectiva del impacto ambiental sobre el medio marino, y en consecuencia sobre las especies que en él viven y que del mismo dependen. El transporte marítimo (tránsito de embarcaciones) aumenta potencialmente los riesgos ambientales, tales como eventuales derrames de hidrocarburos, disturbios en la flora y fauna antártica, contaminación sonora, e introducción de especies no nativas, entre otros.

4.2.1. Pesquería de kril

La distribución espacial de esta actividad, durante el período analizado (temporadas de pesca 2005-2015), presentó un comportamiento heterogéneo. La actividad se distribuyó principalmente en la región IOS y en la región NOPA, con un uso más limitado en la región SOPA, posiblemente debido a las condiciones de hielo que dificulta la navegación y las operaciones de pesca para la mayoría de los buques pesqueros (Figura 11). Las actividades de pesca se desarrollaron en un área aproximada de 344.000 km², representando un 14% de la superficie total del Dominio 1.

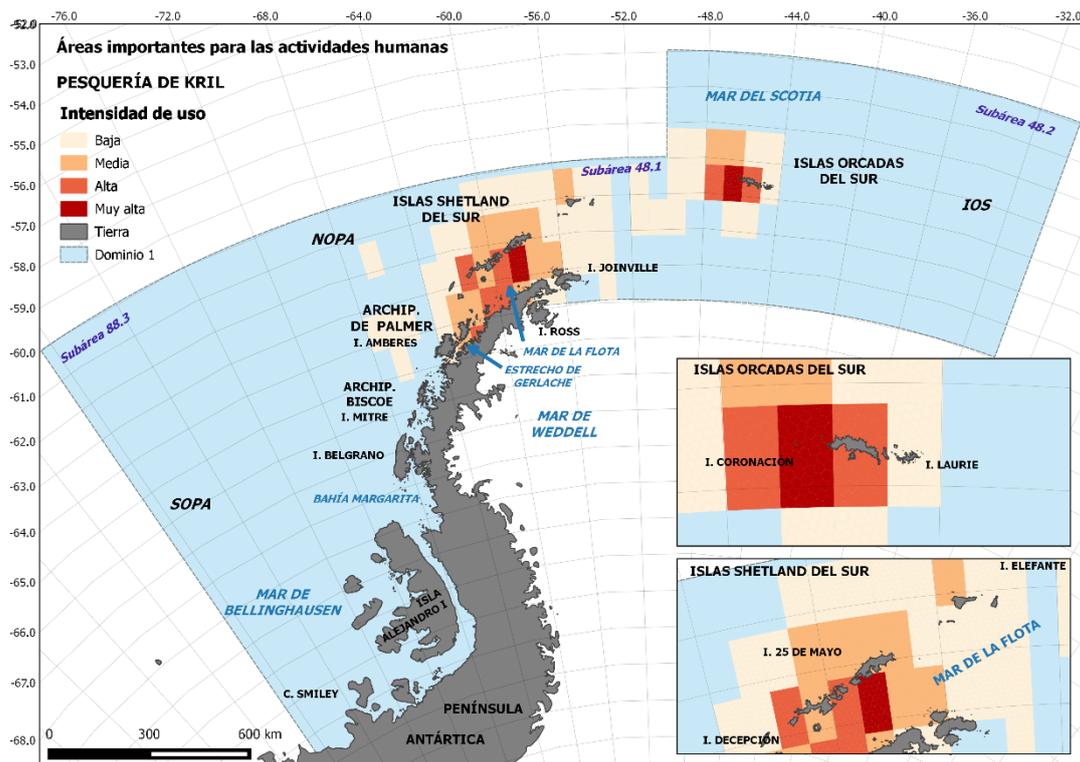


Figura 11. Distribución espacial e intensidad de uso de la pesquería de kril. Mapa de elaboración propia.

La intensidad de uso pesquero también presentó una estructura espacial heterogénea, concentrándose mayoritariamente al oeste de la Isla Coronación en la región IOS, coincidiendo con la presencia de cañones submarinos de alta productividad. En la región NOPA se observaron intensidades más altas en el Mar de la Flota, seguido de algunos sectores de las Islas Shetland del Sur y el oeste de la Península Antártica llegando hasta el Estrecho de Gerlache (Figura 11).

4.2.2. Transporte marítimo

El transporte marítimo analizado incluyó la trayectoria espacial de 39 buques (pesqueros, turísticos, y científicos / logísticos), extendiéndose en un área de 505.651 km² (aproximadamente el 19% del Dominio 1) en las tres regiones, aunque con diferente extensión e intensidad (Figura 12). En la región SOPA, el transporte marítimo alcanzó zonas predominantemente costeras hasta el sur de la Isla Belgrano; y en la región IOS, las embarcaciones transitaron sobre todo al oeste del archipiélago de las Islas Orcadas de Sur, en trayectorias más bien rectas de tránsito directo entre las islas Shetland del Sur y Georgias del Sur (éstas últimas por fuera del Dominio 1). En la

región NOPA, se observó que las embarcaciones siguieron trayectorias más bien definidas como si formaran “canales marítimos”, conectando las Islas Shetland del Sur con el puerto de Ushuaia por fuera del Dominio 1, y con la Península Antártica hacia el sur.

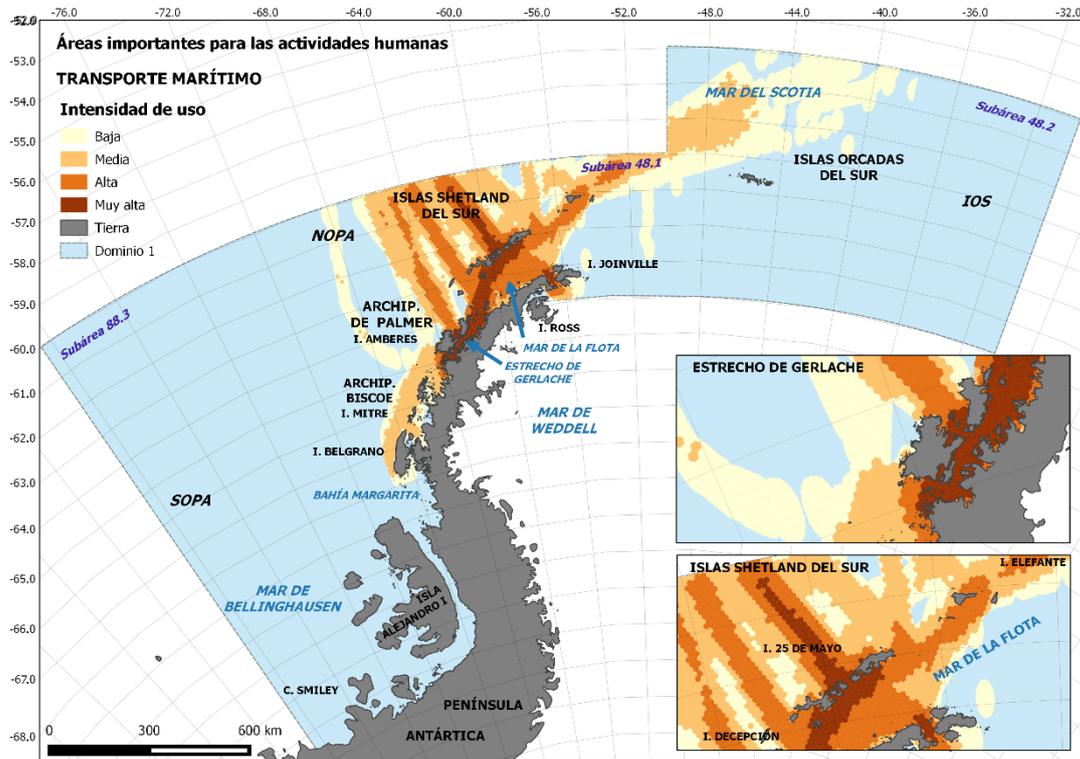


Figura 12. Distribución espacial e intensidad de uso del transporte marítimo. Mapa de elaboración propia.

En cuanto a la intensidad del transporte marítimo, se observó que algunos sectores fueron más intensamente utilizados por las embarcaciones. Por ejemplo, en la región NOPA se destacaron los alrededores de las Islas Shetland del Sur llegando hasta Isla Decepción, y el oeste de la Península Antártica especialmente en el Estrecho de Gerlache (Figura 12). Algunos de estos sitios de alta intensidad de transporte marítimo coincidieron con áreas intensamente usadas por la actividad pesquera, pero también con zonas de alta presencia de estaciones científicas y sitios de interés turístico (Figura 13).

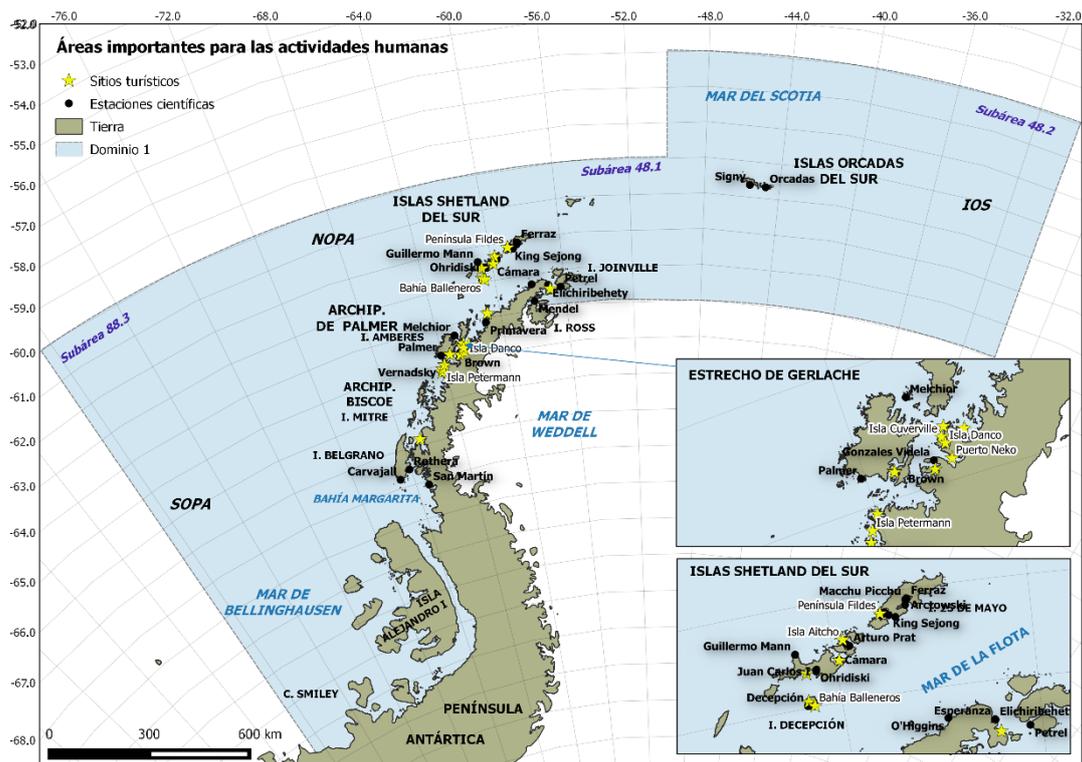


Figura 13. Distribución espacial de las estaciones científicas y de los sitios más visitados por el turismo antártico. Mapa de elaboración propia.

4.3. Identificación de áreas de conflicto

Teniendo en cuenta la distribución e intensidad de uso de los valores ambientales seleccionados, como así también de las áreas importantes para los períodos reproductivos y no reproductivos de aves y mamíferos marinos, y las áreas de actividades humanas de pesquería de kril y transporte marítimo, resulta de interés evaluar el grado de solapamiento espacial entre las mismas.

La identificación de áreas de conflicto puede considerarse desde una perspectiva puramente geométrica, donde se evalúa la porción de área de un factor (por ejemplo, un valor natural) que coincide espacialmente con la porción de área de otro factor (por ejemplo, una actividad humana). También puede considerarse desde la perspectiva de la intensidad de uso, donde la superposición espacial está asociada a la integral (o sumatoria) de los valores individuales que uno de los factores (por ejemplo, un valor natural) toma del otro factor en una determinada área (por ejemplo, en la zona de mayor intensidad de uso de una actividad humana).

4.3.1. Pesquería de kril y período reproductivo de predadores

La pesquería de kril coincidió espacialmente con áreas importantes para las aves y mamíferos marinos durante la reproducción. En la región NOPA, más específicamente en los alrededores de las Islas Shetland del Sur y en la Península Antártica hasta el fin del Estrecho de Gerlache, la coincidencia espacial fue muy alta, disminuyendo hacia latitudes más australes en la misma región NOPA y también en la SOPA, donde los buques pesqueros no llegan, posiblemente debido a las condiciones de hielo. En la región IOS, la coincidencia fue parcial, en tanto los buques pesqueros mostraron los principales caladeros al oeste de las islas, mientras que los predadores mostraron parte de sus áreas de forrajeo hacia el este de las mismas (Figura 14).

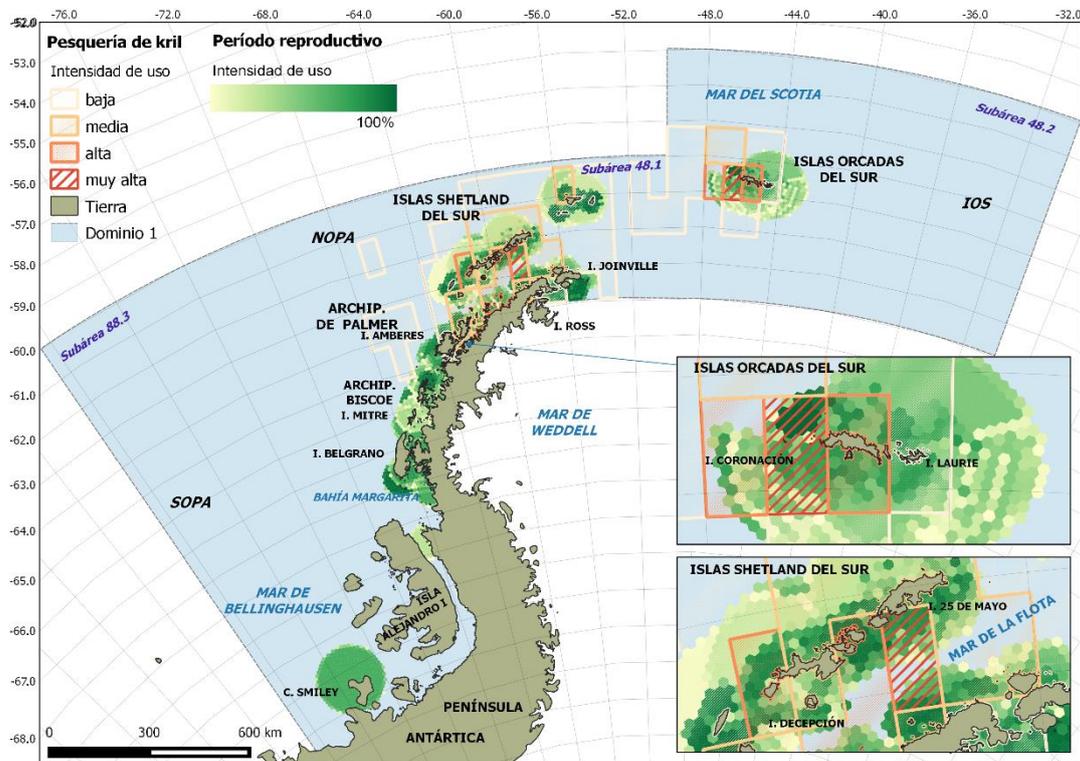


Figura 14. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo reproductivo de los predadores. A los fines de facilitar la superposición de mapas, la actividad pesquera se graficó sin fondo sólido, destacando en particular las zonas de intensidad de uso más elevada (diagonal de tonalidad más oscura). Mapa de elaboración propia.

Cerca del 60% de la intensidad de forrajeo reproductivo coincidió espacialmente con sitios donde se pesca kril, aunque se observaron diferencias entre intensidades pesqueras (Figuras 14 y 15). Los sitios de intensidad pesquera muy alta se

superpusieron con el 6% de la intensidad de forrajeo reproductiva, valor que se incrementó a un 29% agregando intensidades pesqueras altas y hasta el 42% si se incluyen las intensidades de uso medio.

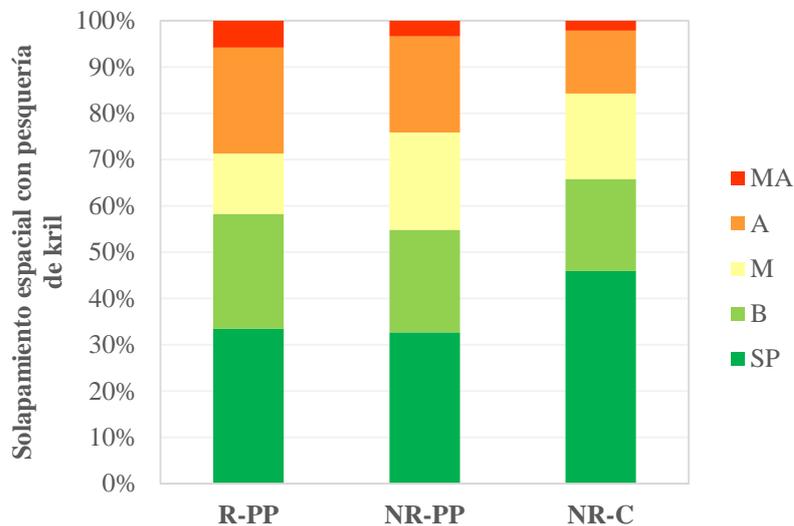


Figura 15. Grado de solapamiento entre la pesquería de kril y los predadores. Se presenta discriminado por grupo de especie (PP: pingüinos y pinnípedos, C: cetáceos), por periodo (R: reproductivo, NR: no reproductivo) y por intensidad de actividad pesquera (SP: sin pesca, B: baja, M: media, A: alta, MA: muy alta).

Un análisis de la distribución de la intensidad de forrajeo reproductivo dentro de estas categorías de pesca mostró que las zonas más intensamente pescadas en la región NOPA coincidieron con zonas costeras intensamente usadas por los predadores en reproducción (Figura 14). Distinto fue el caso en la región IOS, donde las zonas más intensamente pescadas coincidieron sólo parcialmente con las más usadas por los predadores para forrajear en el período reproductivo.

4.3.2. Pesquería de kril y período no reproductivo de predadores

La distribución de la pesquería de kril también coincidió con áreas importantes de forrajeo para aves y mamíferos marinos durante el período no reproductivo, aunque en distinto grado relativo. Las regiones SOPA, NOPA e IOS fueron usadas de manera diferencial tanto por los predadores tope como por la industria pesquera (Figuras 16 y 17).

Para el caso de los pingüinos y pinnípedos, cuya distribución es extensa en el Dominio 1 que durante la reproducción, la coincidencia con la actividad extractiva fue

parcial, es decir, existen importantes zonas de forrajeo no reproductivo por fuera de los zonas donde se evidenció pesca de kril (Figura 16). Tal fue el caso de la región SOPA, donde la actividad pesquera fue muy baja o nula. Diferente fue el caso de la región NOPA, donde se observó un alto solapamiento con zonas pesqueras, que disminuyó en buena medida en la región IOS.

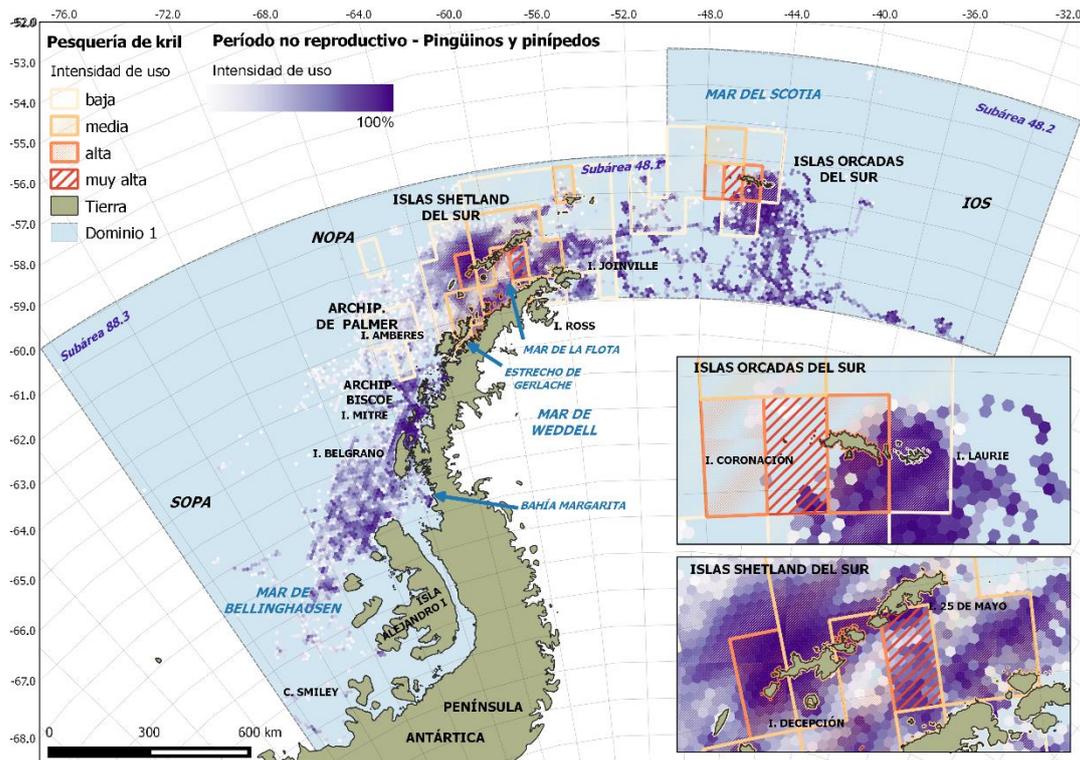


Figura 16. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo no reproductivo de pingüinos y pinnípedos. Mapa de elaboración propia.

En el caso de los cetáceos, se observó que la superposición de forrajeo no reproductivo con la actividad extractiva también dependió de la región considerada (Figura 17). En NOPA, sobre todo en la región del Mar de la Flota y en la Península Antártica hasta el sur del Estrecho de Gerlache, el grado de solapamiento fue relativamente alto debido a que la distribución de estos predadores estuvo más asociada a zonas costeras. En la región IOS, sin embargo, se observó un solapamiento menor, con una distribución de forrajeo no reproductivo más dispersa.

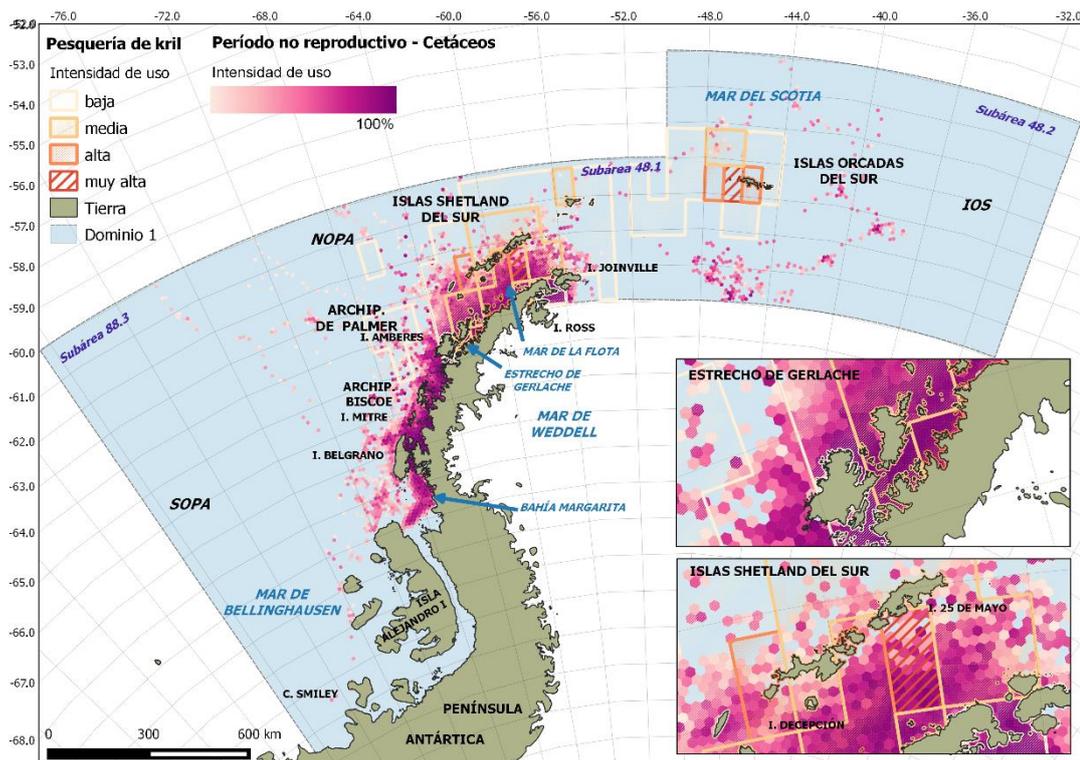


Figura 17. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo no reproductivo de cetáceos. Mapa de elaboración propia.

En cuanto a la intensidad de forrajeo no reproductivo, se observan diferencias entre grupos de especies y entre intensidades pesqueras. En el caso de los pingüinos y pinnípedos, se observaron valores de solapamiento similares a los encontrados durante el período reproductivo, con cerca del 70% de la intensidad de forrajeo no reproductivo en coincidencia con sitios donde se pesca kril (Figuras 15 y 16). Para el caso de los cetáceos, este porcentaje disminuyó al 54% de solapamiento (Figuras 15 y 17). Comparativamente, ambos grupos mostraron valores similares en zonas de intensidades muy altas y medias de uso pesquero, con los pingüinos y pinnípedos coincidiendo en mayor medida con zonas de intensidades pesqueras altas, en este último caso sobre todo asociado a la región NOPA en los alrededores de las Islas Shetland del Sur y en menor medida a la región IOS.

La distribución de la intensidad de forrajeo no reproductivo mostró que, tanto los pingüinos y pinnípedos como los cetáceos, presentan un amplio rango de intensidades de uso en los sitios más intensamente pescados en la región NOPA (Figuras 16 y 17).

4.3.3. Transporte marítimo y período reproductivo de predadores

Las zonas utilizadas por el transporte marítimo coincidieron con algunos sitios importantes para aves y mamíferos marinos en reproducción. La superposición espacial fue más marcada en la región NOPA, sobre todo en algunas zonas de las Islas Shetland del Sur y en el Estrecho de Gerlache al oeste de la Península Antártica (Figura 18). En la región SOPA la superposición con áreas de forrajeo reproductivo fue menor, también asociada a áreas costeras de la Península Antártica, y es mínima en la región IOS.

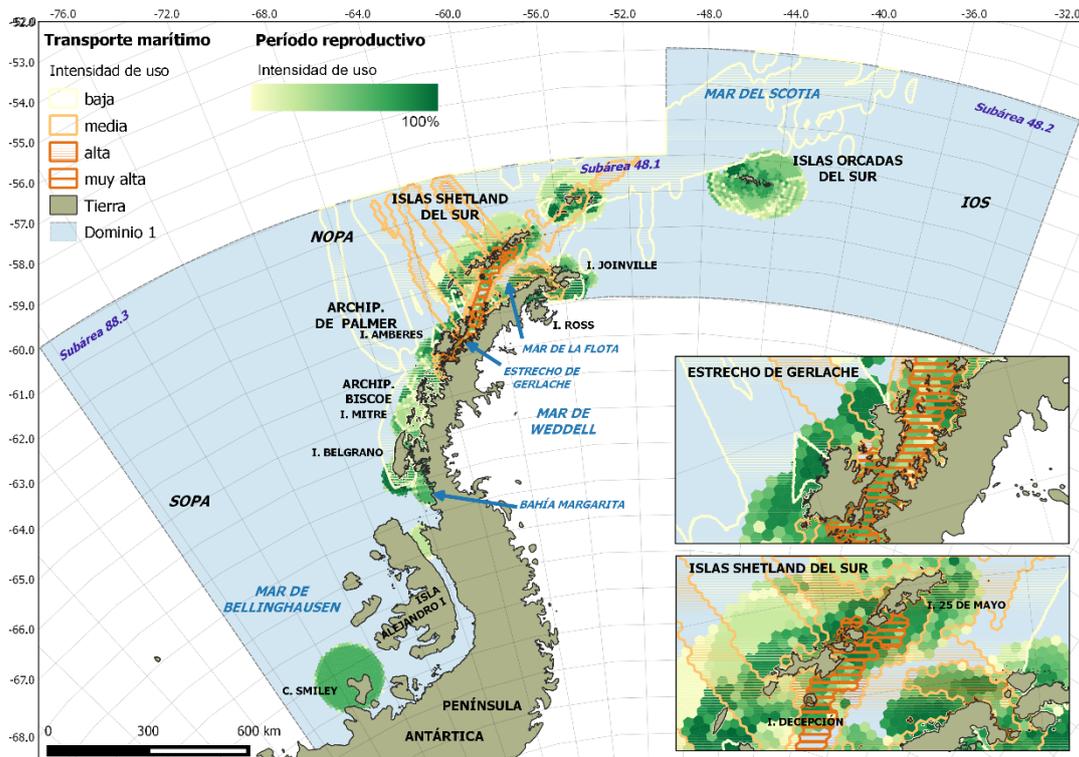


Figura 18. Solapamiento espacial entre el transporte marítimo y la intensidad de forrajeo reproductiva de predadores. Mapa de elaboración propia.

Respecto de la intensidad de forrajeo no reproductivo, el solapamiento con zonas de transporte marítimo dependió de la intensidad del mismo (Figura 19). Así, más del 60% de las zonas transitadas por el transporte marítimo coincidieron espacialmente con zonas de forrajeo reproductivo. Considerando sólo las zonas por donde pasan los buques, se observa que la sumatoria de las intensidades medias, altas y muy altas se solapa espacialmente en más de un 30% con zonas importantes de forrajeo para los pingüinos y pinnípedos mientras éstos reproducen.

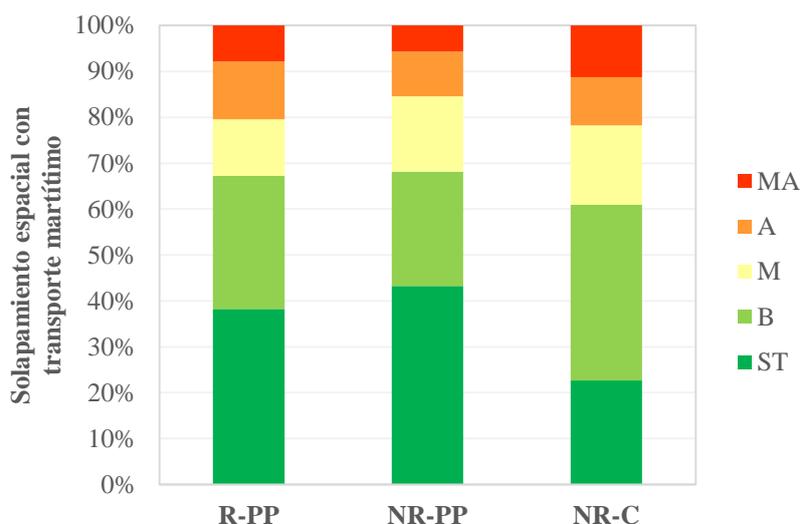


Figura 19. Grado de solapamiento entre el transporte marítimo y los predadores. Se presenta discriminado por grupo de especie (PP: pingüinos y pinnípedos, C: cetáceos), por período (R: reproductivo, NR: no reproductivo) y por intensidad de transporte marítimo (ST: sin transporte, B: baja, M: media, A: alta, MA: muy alta).

La mayor intensidad de transporte marítimo en período reproductivo coincidió con valores altos de intensidad de forrajeo reproductivo en algunos sectores al oeste de las Islas Shetland del Sur, en algunos otros del Mar de la Flota y, en especial, en prácticamente la totalidad de la extensión del Estrecho de Gerlache (Figura 18).

4.3.4. Transporte marítimo y período no reproductivo de predadores

Para el período no reproductivo, la tendencia observada en reproducción se mantuvo, con el transporte marítimo coincidiendo con algunas zonas importantes para la alimentación de los predadores. Las regiones SOPA, NOPA e IOS fueron usadas de manera diferencial tanto por los predadores tope como por la actividad de transporte marítimo (Figuras 20 y 21). Para el caso de los pingüinos y pinnípedos, cuya distribución en el Dominio 1 es extensa, la coincidencia con la actividad extractiva fue parcial y principalmente se presentó en la región NOPA, disminuyendo de forma sustancial hacia el sur en la región SOPA, y llegando a ser mínimo en la región IOS (Figura 20).

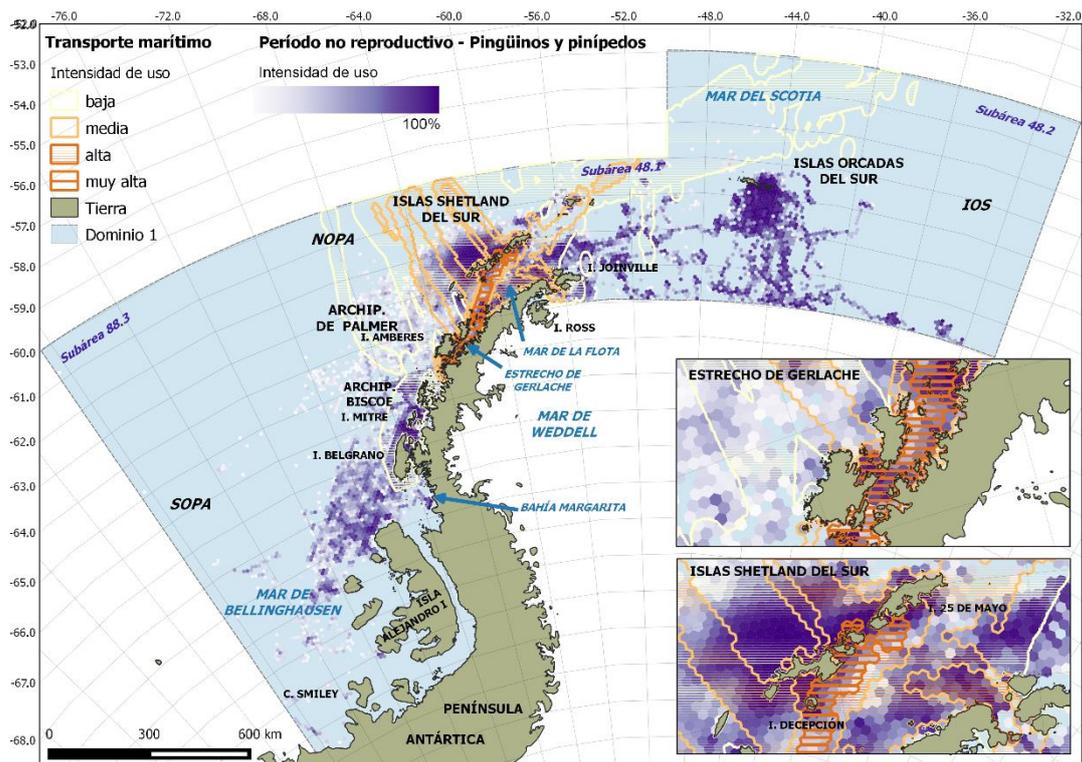


Figura 20. Solapamiento espacial entre el transporte marítimo y la intensidad de forrajeo no reproductiva de pingüinos y pinnípedos. Mapa de elaboración propia.

En el caso de los cetáceos, el patrón en NOPA fue similar al observado para pingüinos y pinnípedos siendo que el solapamiento con las zonas donde navegan embarcaciones principalmente se encontró en las Islas Shetland del Sur, el Mar de la Flota y el Estrecho de Gerlache. En la región SOPA el solapamiento es levemente mayor, en tanto los cetáceos se distribuyen en zonas más bien costeras, y en la región IOS fue prácticamente nulo (Figura 21).

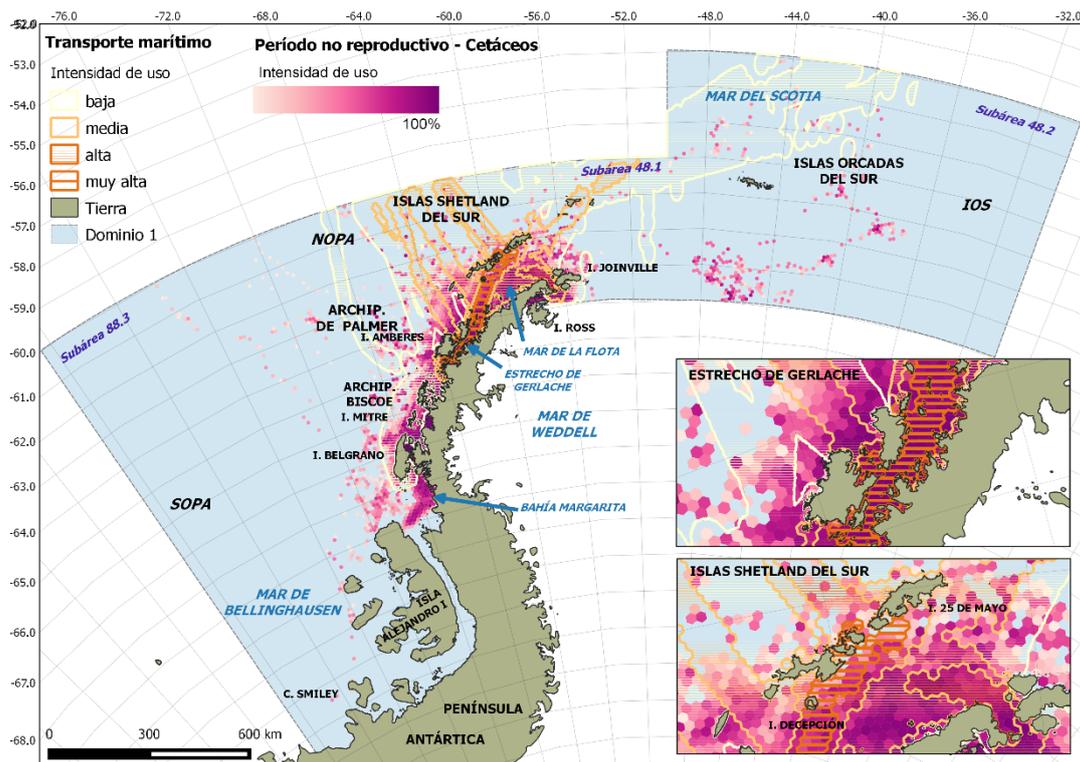


Figura 21. Solapamiento espacial entre la actividad de transporte marítimo y la intensidad de forrajeo no reproductiva de cetáceos. Mapa de elaboración propia.

Un análisis más detallado y comparativo mostró una coincidencia del 60% entre la distribución del transporte marítimo y la intensidad de forrajeo no reproductivo para pingüinos y pinnípedos, y de cerca del 80% para los cetáceos (Figura 19). Si se consideran sólo las zonas de navegación de las embarcaciones, aquellas con media y alta intensidad de transporte fueron igualmente relevantes tanto para los pingüinos y pinnípedos como para los cetáceos, mientras que aquellas con intensidades de transporte muy altas cobran mayor importancia para los cetáceos (Figura 19).

Al analizar la distribución de la intensidad de forrajeo no reproductiva para estos grupos de animales marinos, también se encontraron diferencias según la categoría de transporte marítimo. Considerando las zonas con intensidad de transporte muy alta, se observó una coincidencia espacial con las zonas de variada intensidad de forrajeo no reproductivo para pingüinos y pinnípedos, mientras que para los cetáceos se observa coincidencia de valores casi exclusivamente altos (Figuras 20 y 21).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de esta tesis fue analizar el actual proceso de designación de las AMPs de la CCRVMA, específicamente para el Dominio 1, y proponer mejoras o criterios que contribuyan a garantizar sus metas de conservación. En particular, el trabajo identifica y analiza las actividades humanas que pueden constituir una amenaza de conservación, contribuyendo al proceso de toma de decisiones sobre el diseño, establecimiento y administración de AMPs en Antártida.

En esta tesis se utilizaron, en su mayoría, datos ya existentes que son parte de un proceso más amplio asociado con la designación de un AMPD1. Asimismo, se usaron datos de algunas aves y mamíferos marinos, que son consideradas especies paraguas (su estatus de especies protegidas contribuye a la conservación del ecosistema del cual dependen) y claves para el entendimiento de un sistema complejo como el Antártico. Al mismo tiempo, estas especies pueden considerarse bandera (o flagship), en tanto pueden lograr despertar el interés y apoyo de la comunidad, contribuyendo a la implementación efectiva de medidas de conservación y gestión (Caro 2010). Además, se identificaron y analizaron datos de las principales actividades humanas que se desarrollan en la región, procurando mantener simpleza en la metodología de los análisis y facilitar la interpretación de resultados. Los datos espaciales, incorporados a sistemas de información geográfica (SIG), permitieron generar capas de información y mapas atractivos y de sencilla interpretación. La ventaja de los SIG radica en la generación de una plataforma con lenguaje en común, donde los datos pueden ser compartidos y usados en otros análisis y/o asistir en apoyo a estrategias de conservación y gestión complementarias.

En términos generales, los resultados de este trabajo indican la existencia de un solapamiento espacial entre las zonas de alimentación de las especies analizadas (tanto en período reproductivo como no reproductivo) y la distribución de las principales actividades humanas del Dominio 1, como la pesquería de kril y el transporte marítimo.

5.1. Objetivos de conservación

Durante el período reproductivo, los pingüinos y el lobo marino antártico se distribuyen en zonas costeras inshore y offshore debido principalmente a su biología de reproducción, siendo que deben alimentarse cerca de sus colonias o asentamientos mientras forman pareja y cuidan de sus pichones o crías (Figura 8). La ubicación de éstas se ha asociado tanto a la disponibilidad de hábitat (Ducklow et al. 2012) como de alimento (Trivelpiece et al. 2011). Estas especies utilizan el Dominio 1 de manera diferencial, siendo más intensivo su uso en las regiones NOPA e IOS, lógicamente donde se encuentran emplazadas la mayoría de las colonias o asentamientos. A una escala más fina, se observó que ciertas zonas costeras son más intensamente utilizadas, pudiendo deberse esto, principalmente, a dos factores: (1) un factor de densidad poblacional de cada colonia, donde colonias con mayor número de individuos utilizan con mayor intensidad una cierta área; (2) la ubicación de cada colonia, siendo que colonias cercanas utilizan las mismas áreas para forrajear, por lo que aumenta la intensidad del uso de un área específica. Los denominados predadores de punto central, en tanto deben regresar a sus colonias o asentamientos entre viajes de alimentación, son vulnerables a la reducción localizada y a cambios de mayor escala en la distribución espacial de sus presas, sobre todo durante la reproducción cuando su capacidad adaptativa está espacialmente limitada (Boyd et al, 2017). Para estos predadores, la disponibilidad de alimento depende de una combinación entre la abundancia, la accesibilidad, la concentración o agregación del recurso y la distancia al sitio reproductivo. Estas condiciones específicas, sumado a la disponibilidad de hábitat, pueden generar áreas de alta intensidad de uso, que incluso pueden exacerbarse cuando hay colonias cercanas o un elevado número de individuos predadores. Por ejemplo, en las zonas costeras donde el movimiento de agua de plataforma es lento, colonias grandes de pingüinos pueden conducir - durante la incubación y cría de pichones cuando estos predadores actúan como forrajeadores de punto central - al agotamiento local de kril (Trathan et al. 2018).

Durante el período no reproductivo, los pingüinos y los pinnípedos se distribuyen más ampliamente en el Dominio 1 que durante la reproducción (Figura 9), realizando viajes de forrajeo que se extienden hacia la región SOPA, y llegan a sectores

oceánicos más alejados de la costa en NOPA e IOS. Esta extensión puede permitirles acceder a presas en sitios más lejanos que no estaban disponibles durante la reproducción (Boyd et al. 1998, Thiebot et al. 2011, Lowther et al. 2014). Sin embargo, a una escala de análisis más fina, se observó que las zonas costeras fueron intensamente utilizadas. En tanto los trasmisores se colocan cuando los animales aún están en tierra, puede existir un sesgo en la distribución costera observada durante el período no reproductivo en momentos cercanos a la reproducción. Sin embargo, cualquiera de estas especies sale al mar después de un prolongado ayuno, y es posible que las zonas costeras sean de gran importancia, al menos también, durante el comienzo del período no reproductivo, maximizando así el gasto energético en tanto actúan como predadores de punto central (Costa 1991). La distribución no reproductiva más amplia y la importancia de las zonas costeras también está en concordancia con estudios que analizan las especies por separado e incluso a nivel de individuos (Burns et al. 2004, Trivelpiece et al. 2007, Dunn et al. 2011, Santora & Veit, 2013; Hinke et al. 2017).

Para el caso de los cetáceos, la distribución durante el período no reproductivo fue más acotada que para los pingüinos y pinnípedos, concentrándose principalmente en la región NOPA, extendiéndose también hacia el sur en SOPA aunque con baja intensidad de uso en la región IOS (Figura 10). Se observó una elevada intensidad de uso prácticamente en toda la zona costera del OPA, incluyendo el Mar de la Flota y llegando a las Islas Shetland del Sur. En parte, esta alta intensidad podría explicarse por la presencia de varios animales alimentándose en un área específica, por la permanencia de un menor número de animales durante períodos más prolongados, o por una combinación de ambos factores. En tanto los cetáceos migran grandes distancias en busca de alimento (Kasamatsu et al. 1995, Stevick et al. 2004, Robbins et al. 2011, Steel et al. 2017), y en estas zonas pasan la mayor parte de su tiempo (ver Sección 3. Área de Estudio y Métodos), estos resultados están de acuerdo con la ocurrencia allí de grandes concentraciones de kril, su principal alimento, al menos durante el verano austral (Siegel 1988, Siegel et al. 2003; Rieckkola et al. 2018; Atkinson et al. 2019).

5.2. Pesquería de kril y zonas de conflicto

La pesquería de kril antártico tuvo una distribución amplia en las regiones NOPA e IOS del Dominio 1 (Figura 10). Es posible que las condiciones climáticas adversas, sobre todo asociadas a la presencia de hielo marino, impidan que la flota pesquera llegue – por motivos de navegabilidad y/o rentabilidad - a sectores más al sur en la región SOPA. Sin embargo, los efectos del cambio climático, incluyendo la disminución del hielo marino, junto con el desarrollo de nuevas tecnologías pesqueras, podrían permitir la apertura de nuevos caladeros de pesca en las regiones más sureñas (Kawaguchi et al. 2009, Nicol et al. 2011). Esto también podría estar potenciado por cambios en la distribución del kril antártico que destacan al SOPA como un hábitat importante en escenarios futuros (Piñones & Federov 2016, Atkinson et al. 2019).

En términos generales, se observó que las zonas costeras fueron más intensamente pescadas, en concordancia con lo notado por el Comité Científico en cuanto a la explotación no-aleatoria de los caladeros de pesca, con la flota concentrando su esfuerzo sólo en algunas zonas (CC-CRVMA 2016, párrafo 3.47). Si bien estos datos permiten tener una idea general del patrón de distribución de la pesquería de kril en la región, debe destacarse que la resolución espacial y temporal analizada (ver Sección 3. Área de Estudio y Métodos) no permitió detectar patrones de escala fina. Sin embargo, análisis realizados a resoluciones espaciales y temporales menores (100 km², inter- e intra-anual) sugieren una alta variabilidad espacio-temporal de la pesquería (Capurro et al. 2017, Santa Cruz et al. 2018), que destacan también a zonas costeras del Mar de la Flota, el Estrecho de Gerlache, y las islas Shetland y Orcadas del Sur, como las más relevantes para la industria. Estos resultados están en coincidencia también con la distribución variable y heterogénea del kril antártico (Ducklow et al. 2013), que parece agregarse localmente asociado a características oceanográficas y batimétricas (Ichii et al. 1997, 1998; Siegel & Watkins 2016).

El solapamiento espacial entre la pesquería de kril y los predadores, independientemente del período considerado, es notable, con más de la mitad de sus distribuciones en coincidencia (figuras 14 y 16) y con una superposición aún más intensa en las zonas más costeras (figura 15). Para los pingüinos y los pinnípedos, el

solapamiento es más intenso en las regiones NOPA e IOS, mientras que para los cetáceos todo el OPA cobra mayor importancia. En tanto los datos de la pesquería representan un promedio de las capturas de kril contemplando diferentes meses y años (ver Sección 3. Área de Estudio y Métodos), el solapamiento temporal entre la pesquería de kril y los predadores no es completo. Las actividades de pesca se concentran principalmente en los meses de verano, aunque en la actualidad se extienden desde finales de primavera a mediados del otoño (Informe de la pesquería de kril, 2016). Una combinación de factores que incluyen condiciones climáticas favorables (por ejemplo, menor presencia de hielo marino), mejoras en la tecnología extractiva, y la posibilidad de aumentar los límites de captura establecidos en la MC 51-07, podrían llevar a la explotación de ciertos caladeros durante períodos más prolongados, siempre que las condiciones de navegación y rentabilidad lo permitieran (CC-CRVMA 2017).

Estos resultados están de acuerdo con otros estudios que identifican el riesgo de la pesquería para los predadores de punto central incluso a diferentes escalas espacio temporales (Agnew 1995, Croll & Tershy 1998, Reid et al. 2004, Hinke et al. 2017, Weinstein et al. 2017, Trathan et al. 2018). La competencia por el mismo recurso puede impactar a los predadores alterando, entre otras cosas, el comportamiento de alimentación, el éxito reproductivo y la supervivencia (Smith et al. 2011), y es particularmente importante para predadores que se alimentan principalmente de kril y cuya zona de forrajeo está espacialmente limitada durante la reproducción (Reid & Croxall 2001, Hinke et al. 2007, Trivelpiece et al. 2011, Plagányi & Butterworth 2012). Además, la pesquería de kril extrae el recurso de zonas también importantes para la alimentación de los cetáceos (resultados de esta tesis, Friedlaender et al. 2006, Santora et al. 2014) y de especies de peces demersales que habitan la plataforma continental (Everson 2000).

El reconocimiento de esta potencial competencia y la necesidad de mitigar los impactos para los predadores, aún en un sistema que puede tener incertezas, realza la relevancia de mantener el enfoque ecosistémico y precautorio de la CCRVMA para conservar los recursos vivos marinos y permitir su uso racional. Sin embargo, establecer relaciones claras causales en la interacción predador-presa-pesquería resulta difícil sobre todo en un sistema que está sujeto a otras presiones no de origen antrópico sino

ambientales como el cambio climático. Esto ha derivado en numerosos debates en el marco de la CCRVMA con posturas más bien antagónicas: la que considera que la pesquería de kril no tiene efecto alguno sobre las tendencias poblacionales de los predadores dependientes de este recurso o el ecosistema (ejemplos CC-CRVMA 2014, párrafos 3.42 y CC-CRVMA 2015, párrafo 3.56), y la que considera que las evidencias actuales sugieren la necesidad de, al menos, tomar enfoques aún más precautorios. Entre los Miembros que apoyan la segunda postura se encuentra la Argentina, que promulga la implementación de este tipo de medidas orientadas a proteger especies claves y a redistribuir espacio-temporalmente el esfuerzo pesquero, incluyendo las AMPs, de forma tal que se minimice el potencial impacto de la pesquería sobre el ecosistema (ejemplos CC-CRVMA 2011, párrafo 3.24, CC-CRVMA 2015, párrafo 3.58 y CCRVMA 2018a, párrafos 6.43 a 6.59; disponibles en <https://www.ccamlr.org/es/meetings-and-publications/meetings-and-publications>). A pesar de esta dicotomía, se ha observado una cierta voluntad política en grupos con intereses pesqueros, como es la Sociedad de Compañías de Pesca Responsable de Kril (ARK), que nuclea a la mayoría de las empresas de kril que operan en la Antártida. Por ejemplo, en respuesta a episodios de mortalidad de pichones de pingüinos papúa detectados en el Estrecho de Gerlache, como consecuencia de una posible condición medioambiental atípica que habría afectado la efectividad del forrajeo (CC-CRVMA 2016, párrafo 3.94), ARK convino voluntariamente en evitar las actividades de pesca en ese sitio en la temporada siguiente y durante el período de reproducción de la especie (CCRVMA 2016, párrafo 5.27). Si bien estas acciones pueden aportar esperanza, lo cierto es que la CCRVMA, aun cuando algunos de sus Miembros son parte de ARK, no ha logrado encontrar consenso para establecer Medidas de Conservación vinculantes de un alcance espacio-temporal más amplio.

5.3. Transporte marítimo y zonas de conflicto

El transporte marítimo, incluyendo embarcaciones logístico/científicas, pesqueras y de turismo, abarcó una zona amplia del Dominio 1. Esta actividad mostró mayor intensidad de uso en la región NOPA, apenas extendiéndose hacia el sur, y con moderada intensidad al oeste de la región IOS (Figura 11). La intensidad de uso en la región SOPA es más bien limitada, seguramente debido a las condiciones de hielo

imperantes en ese sector y las acotadas posibilidades de navegación. En términos generales, y sobre todo en la región NOPA, se observaron intensidades muy elevadas en regiones específicas que parecen formar “canales” de navegación que ingresan a la Antártida (posiblemente desde el puerto de Ushuaia, por fuera del mapa en la Figura 11) y que unen las Islas Shetland del Sur con la Península Antártica. Es posible que la formación de estos canales tan bien definidos esté íntimamente relacionada con las condiciones de navegación, que incluyen la experiencia de capitanes, el detalle de las cartas náuticas y la presencia del hielo/accesibilidad.

Los datos utilizados en esta tesis son acotados temporalmente, en tanto sólo representan las trayectorias de las embarcaciones durante dos meses del verano austral (ver Sección 3. Área de Estudio y Métodos). Sin embargo, un análisis cualitativo de otros datos (también suministrados por la Prefectura Naval Argentina pero no adecuados para ser utilizados en este trabajo) sugiere que, al menos para los años 2014 y 2015, el patrón observado se repite durante todos los meses del verano, extendiéndose incluso desde los últimos meses de la primavera hasta los primeros del otoño (datos no publicados). Estos datos también permitieron ver transporte marítimo durante los meses de invierno, que aunque en menor intensidad, también parece ingresar al Continente Antártico por rutas similares de acceso. La extensión temporal de las actividades y la presencia de canales de navegación ha sido también observada en estudios de mayor alcance, específicamente para embarcaciones turísticas (Lynch et al. 2010, Bender et al., 2016).

Un aspecto importante de la formación de estos canales está vinculada a la acumulación de potenciales impactos, que de forma individual pueden quedar diluidos o no ser importantes pero que concentrados pueden exacerbar las consecuencias para el ecosistema (Jatko & Hofman 2000, Woehler et al 2014). Impactos que podrían exacerbarse en estos canales de navegación son: (1) la introducción de especies marinas no nativas en los cascos y agua de arrastre de las embarcaciones, con la potencial dispersión de enfermedades o agentes patógenos (Lee & Chown 2007, 2009); (2) la contaminación marina por eventos de derrames de combustible u otros químicos transportados y su efecto sobre los organismos (por ejemplo, Ruoppolo et al. 2013); (3) la descarga de residuos al mar aún dentro de lo estipulado por el Protocolo de Madrid y

MARPOL (Anexo IV del Protocolo de Madrid en STA 2017); (4) los descartes plásticos de las pesquerías (Ivar do Sul et al. 2011) con potenciales consecuencias para la fauna marina (Ainley 1990, Auman et al. 2004, Hofmeyr et al. 2006); (5) la perturbación a la flora y fauna local incluyendo las colisiones con las embarcaciones (Black 2005, van Waerebeek et al. 2007), la modificación de rutas de alimentación y del comportamiento reproductivo (de Villiers 2008), la alteración del hábitat (por ejemplo, a comunidades bentónicas en sitios de anclaje/fondeo, Jatko & Hofman 2000), y la contaminación sonora (en especies que son especialmente sensibles a los ruidos debajo del agua, como los cetáceos, Williams & Crosbie 2007, Richardson et al. 2013, Bombosch et al 2014). Tales impactos podrían incrementar el estrés en las funciones del ecosistema, las relaciones tróficas y los servicios ecosistémicos (Ainley & Tin 2012).

El solapamiento espacial entre el transporte marítimo y los predadores, tanto durante el período reproductivo como el no reproductivo es considerable, con más de la mitad de sus distribuciones en coincidencia, principalmente en la región de NOPA (figuras 18, 20 y 21). Aquí, las zonas más frecuentemente transitadas por las distintas embarcaciones coinciden con los sitios de alimentación más importantes para pingüinos, pinnípedos y cetáceos (Figura 19), destacándose las Islas Shetland del Sur y el Estrecho de Gerlache. Si bien los intervalos temporales de los datos solapados no son equivalentes (ver Sección 3. Área de Estudio y Métodos), sobre todo con la distribución no reproductiva de pingüinos y pinnípedos, se observan patrones similares de navegación y acceso al continente antártico en otros períodos del año, tal como se menciona en el párrafo anterior. Además, se hace notar que las embarcaciones, dependiendo específicamente de las actividades que realizan, pueden no comportarse de igual manera durante el transcurso del año. Por ejemplo, las embarcaciones científico-logísticas pueden acceder, aunque con menor frecuencia e intensidad y dependiente de las condiciones climáticas, al continente Antártico durante el otoño-invierno para abastecer logísticamente a las bases antárticas permanentes y/o realizar actividades de investigación marina/oceanográfica específicas. En el Dominio 1 las embarcaciones pesqueras han mostrado en el pasado una extensión en su temporada regular de pesca que se alcanzó los meses de invierno (temporada de pesca 2009-2010, datos no públicos), debido a la alta disponibilidad del recurso, los límites de captura de cada subárea y las condiciones de navegación (CC-CRVMA 2010, párrafo 3.11). Este ha sido

también el caso para la última temporada de pesca 2017-2018 que tuvo lugar en la región de las IOS entre julio y septiembre por primera vez en años recientes (CCRVMA 2018a). Algo similar se ha observado para las embarcaciones de turismo, cuya temporada más amplia sucedió en 2008/09 y duró 175 días, asociada en parte a la presencia de un buque rompehielos ruso *Kapitan Khlebnikov* y al descubrimiento de la colonia de pingüinos emperadores de la Isla Cerro Nevado (Mar de Weddell), lo cual permitió que ese año la temporada empezara antes (Bender et al., 2016). A pesar de la alta variabilidad interanual en las visitas a esta colonia, sobre todo asociadas a las condiciones de accesibilidad al Mar del Weddell, la temporada de turismo continúa iniciándose antes (fines de Octubre - Noviembre) y finaliza más tarde (fines de Marzo – Abril), en comparación a lo que sucedía hace 20 años (Bender et al.2016).

En función del transporte marítimo, y de los potenciales impactos asociados al mismo, es pertinente analizar la tendencia esperada en el número de embarcaciones. La Antártida es un continente dedicado a la paz y a la ciencia, y las actividades científico/logísticas priman en el Dominio 1, obedeciendo a Programas Antárticos Nacionales que operan con una cierta estabilidad en su infraestructura (en tanto dependen de presupuesto nacional) y que fomentan la cooperación internacional entre las Partes. De acuerdo a esto, podría esperarse en el futuro un número relativamente constante de embarcaciones de este tipo, que se reemplazan y modernizan, incluso considerando nuevos miembros del STA (promedio 28, rango [21-41] entre 2011/12 y 2017/18, fuente: Sistema de Intercambio de Información de la Secretaria del Tratado Antártico, STA 2018). El número de embarcaciones pesqueras de kril ha mostrado algunas fluctuaciones en el pasado aunque en los últimos años muestra una tendencia negativa (promedio 10, rango [5-12] entre 2011/12 y 2017/18), tanto en el notificado con antelación al inicio de la temporada (según requerimiento de MC 21-03), como en el de aquellas embarcaciones que efectivamente faenaron, a pesar de que hubo un aumento en las capturas (CCRVMA 2012 a 2018). De acuerdo a estos datos, la tendencia futura a un aumento del número de estas embarcaciones no es clara, y factores como la rentabilidad, las mejoras tecnológicas y los elevados costos operacionales (las empresas más importantes se encuentran en el hemisferio norte) podrían ser parte de la ecuación. Por el contrario, las embarcaciones turísticas de operadores IAATO se han cuadruplicado desde la fase de crecimiento y consolidación de la actividad en la década

de los 90, aunque muestran un incremento leve y estable en los últimos años (promedio 47, rango [41-51] entre 2011/12 y 2017/18, IAATO 2018a, 2018b). Sin embargo, algunas estimaciones indican un aumento del 20-30% en la capacidad operativa de esta industria en tanto se ha anunciado la fabricación de entre 15 y 20 nuevas embarcaciones polares en el lapso de 2-3 años (ASOC 2018).

Esta capacidad de ampliar las temporadas, y consecuentemente coincidir temporalmente con el período no reproductivo de los predadores, podría deberse a una combinación de factores. Tal como se mencionó, los efectos del cambio climático en la región OPA, que incluyen el aumento de la temperatura superficial del agua y la disminución de la cobertura de hielo marino (Cook et al. 2005, Meredith et al. 2005, Stammerjohn et al. 2012), podrían modificar las condiciones de navegación y permitir que las embarcaciones lleguen a otros sectores y/o aumenten la cantidad de tiempo que pasan en la zona (Kawaguchi et al. 2009, Bender et al. 2016). La variable económica, para aquellas actividades comerciales, puede también tener un efecto importante, en tanto se ajusta a un sistema de oferta-demanda que podría verse favorecido ante escenarios de economía global favorable. Por ejemplo, se observó que el crecimiento del turismo correlaciona con el producto bruto interno de los países cuyos ciudadanos visitan más el continente antártico y experimentó uno de sus mayores picos en la temporada 2007/08 (Figura 6), previo a la crisis financiera internacional del 2008 (que mostró una disminución de cerca del 20% en el número de visitantes, IAATO 2009, Bender et al. 2016). En particular, la recuperación económica a nivel global observada en los últimos años y el desarrollo de un nuevo mercado – de gran escala - proveniente de China, sugiere un crecimiento continuo en la actividad turística, y que en la actualidad ya alcanza valores similares a los del mayor pico registrado (Bender et al. 2016, ASOC 2018, IAATO 2018). Respecto de la pesquería de kril, a pesar de las dificultades que esta industria pueda enfrentar, en tanto opera en aguas distantes sometidas a condiciones ambientales difíciles, con altos costos y relativos bajos retornos (potenciado si se considera que las principales empresas están ubicadas en el hemisferio norte), se sigue observando un continuo y creciente interés económico en esta industria (Nicol & Foster 2016, CCRVMA 2017a). Una forma de cuantificar este interés está en la diversificación de los productos y en la tendencia creciente que observa el número de patentes registrado, que desde los inicios de la actividad sumó más de mil (Foster et al.

2011) y evidenció su período más activo entre el 2006 y 2014, cuando se llegó a registrar el 34% de las mismas (Nicol & Foster 2016). También interesante es el cambio observado en las naciones que han registrado patentes asociadas al kril en los últimos años. Por ejemplo, el interés de la industria noruega se manifestó en un crecimiento de estos registros que se cuadruplicó entre 2010 y 2014. Notablemente, China registró 129 patentes asociadas al kril en el transcurso de sólo 2 años entre 2012 y 2014, principalmente asociadas a nuevas tecnologías de extracción, indicando su elevado interés en esta actividad (Nicol & Foster 2016), y potencialmente su intención de seguir expandiéndose.

5.4. Implicancias de los resultados

Los resultados obtenidos por un lado, exponen las zonas de alimentación más importantes para un grupo de especies claves de la región durante diferentes momentos de su ciclo de vida. Por otro lado, identifican las actividades humanas más representativas del Dominio 1 que pueden poner en riesgo la conservación de dichos grupos de especies, y en particular incorporan y analizan la distribución del transporte marítimo, detectando las zonas más importantes para cada tipo de actividad. Además, los mismos permiten identificar y cuantificar las zonas de conflicto, como aquellas donde se superponen espacialmente los objetivos de conservación y las actividades humanas.

El análisis de una nueva variable, el transporte marítimo, permitió determinar la utilidad de estos datos, en un continente remoto cuya principal vía de acceso es la marítima y en un contexto más amplio de planificación sistemática de la conservación de los recursos vivos marinos. En particular, los datos pueden asistir en la evaluación del impacto ambiental potencial que las distintas actividades que operan con embarcaciones pueden tener sobre el ecosistema marino, y en el diseño de instrumentos de gestión que los incorporen.

La identificación de las zonas de conflicto permitió detectar las regiones que son más sensibles a los diferentes actores que tienen intereses en la región. En un extremo, pueden encontrarse aquellos actores con intereses más pronunciados en la conservación, que en general, buscarán o apoyarán medidas con un fuerte componente de protección,

por ejemplo, avocando por la conservación de grandes áreas incluyendo todos los ecosistemas o todo el rango de la distribución de especies claves o emblemáticas. En el otro extremo, aunque su intención no se manifieste abiertamente en el ámbito del STA, podrán encontrarse aquellos actores con intereses más asociados a actividades comerciales, en tanto las mismas proveen de un ingreso significativo a sus economías. Lógicamente, éstos podrán pronunciarse más a favor de aquellas medidas que no restrinjan estas actividades de forma significativa, de forma tal que ya no sean económicamente viables. Tal como viene ocurriendo en el contexto de la CCRVMA, por ejemplo la designación del AMP del Mar de Ross, podrán diseñarse medidas que contemplen ambos intereses, la conservación y la explotación de los recursos vivos, que necesariamente involucran instancias de negociación, y la capacidad y voluntad de encontrar un lugar común. Algo similar sucede con el turismo en tanto la RCTA define medidas, resoluciones y decisiones, que regulan esta actividad y contemplan los intereses de todos los actores.

La identificación de las regiones más importantes para cada uno de los actores es de particular interés, en un contexto de toma de decisiones por consenso, tal como es práctica en el sistema del Tratado Antártico, incluyendo a la CCRVMA. En particular, las AMP son estrategias de conservación que buscan proteger todos o parte de los recursos naturales que en ellas se encuentran, y que pueden contemplar diferentes componentes de gestión. En un foro como el de la CCRVMA es importante comprender los intereses de cada Miembro y Observador, a los fines de diseñar estrategias que en última instancia lleguen a convertirse en Medidas de Conservación. Los resultados de esta tesis asisten en esta detección y permiten contemplar las posibles consecuencias para los diversos actores involucrados, facilitando el consenso de las partes para la adopción de medidas más efectivas.

5.5. Sigüientes pasos en investigación y gestión

En términos de investigación, el análisis de datos a una escala temporal y espacial más fina podría conducir a una mejor apreciación del potencial de ciertas actividades sobre una serie de valores ambientales específicos. En este sentido, un análisis pormenorizado de las trayectorias de distintos tipos de embarcaciones en

diferentes épocas del año a lo largo de varias temporadas, podría ayudar a identificar o detectar de manera más precisa patrones a escalas más relevantes para la conservación en el Dominio 1.

Además, el seguimiento de la distribución de la pesquería de kril en este sector, incluyendo los aspectos operativos y económicos de esta industria, podría contribuir a seguir definiendo patrones espacio-temporales, históricos y actuales, en escalas apropiadas. Incluso, este análisis podría permitir predecir posibles nuevos sitios de interés, en distintos escenarios de cambio climático que modificarán también las condiciones de navegabilidad y acceso al recurso.

Por otro lado, podrá ser de interés entender cómo es la superposición espacial de las actividades humanas consideradas en esta tesis con un número mayor de valores naturales. Por ejemplo, varias especies de peces son claves en el ecosistema antártico y en su mayoría se alimentan del kril al menos en alguna etapa de su ciclo de vida (Barrera Oro 2002). Muchas especies de peces nototenoideos han sido sobre explotados en el pasado (Kock 1992, Marschoff et al. 2012) y resulta relevante entender cómo la pesquería de kril y el transporte marítimo, también en el contexto del cambio climático, podría afectar la distribución de estas especies. Un ejemplo puntual de este problema es la captura secundaria de estadíos juveniles tempranos de peces en la pesquería de kril, principalmente en el Dominio 1. En ese área, paradójicamente, la pesca comercial de peces permanece prohibida desde 1990 debido a la sobreexplotación realizada por la pesquería comercial de ese recurso en los años 1970 (CCRVMA 2015, Barrera Oro et al. 2017). Sin embargo, las operaciones de la pesquería de kril tienen el potencial de interferir con los estadíos críticos del ciclo de vida de especies ícticas que se encuentran actualmente en proceso de recuperación.

En 2017, el proceso de AMPD1 identificó las Áreas Prioritarias para la Conservación (APC), como aquellas donde se protegen una serie más amplia de objetivos de conservación, que incluyen hábitats y procesos bentónicos y pelágicos, hábitats raros o únicos, y áreas importantes para el ciclo de vida del zooplancton, peces, aves y mamíferos marinos (CCRVMA 2017). Estas APC también detectan a las zonas comúnmente mencionadas en esta tesis, como el Estrecho de Gerlache, Mar de la Flota, noroeste de la Península Antártica, y alrededores de las islas Shetland y Orcadas del

Sur, como de gran importancia para la conservación de este número más amplio de objetivos. El modelo preliminar de AMP construido a partir de estas APC, y presentado también durante el 2017, buscó otorgar protección adicional a las zonas costeras lo que permitiría proteger estadíos de desarrollo claves de presas y predadores del ecosistema antártico (CCRVMA 2017). En 2018, y tras un año de intensos debates en reuniones asociadas a la CCRMVA, que incluyó intercambios a través de un Grupo de Expertos generado específicamente para tal fin, la Argentina y Chile presentaron una Medida de Conservación para el establecimiento de un AMPD1, que incluye consideraciones sobre la gestión del recurso kril y el transporte marítimo (CCRVMA 2018a). Estas consideraciones incorporaron las miradas, opiniones e inquietudes de un gran número de actores, que podrá facilitar a futuro la adopción por consenso de dicha MC.

En términos de gestión, los resultados de esta tesis contribuyen al proceso de designación del AMPD1, destacando la utilidad de la variable de transporte marítimo y fomentando su utilización en los pasos futuros. La utilidad de estos datos sugiere la necesidad de generar un mecanismo de acceso a los mismos más estandarizado y simple, que incluya embarcaciones de todo tipo y respetando las políticas de uso, para poder realizar análisis más profundos, y a escalas espacio-temporales más adecuadas. A su vez, estos análisis podrán establecer la utilidad de monitorear de forma más constante esta actividad y eventualmente ser incorporada en el Plan de Investigación Científica y Monitoreo del AMPD1, una vez sea aprobada. Por último, los análisis podrían sacarle más provecho a los datos de geoposicionamiento, en tanto en la actualidad es requisito obligatorio tener a bordo un sistema de identificación automática (AIS, por sus siglas en inglés) para la mayoría de las embarcaciones que llegan a Antártida (Regulación 18 en Capítulo V de SOLAS 2002).

5.6. Comparación con otras AMPs en Antártida

La CCRVMA ha acordado crear un sistema representativo de AMPs y desde hace al menos 15 años sus Miembros han estado trabajando para lograr ese fin. Las únicas dos AMPs ya establecidas en el Área de la Convención se diseñaron específicamente para balancear la conservación de los recursos y los intereses pesqueros (Brooks 2013). El AMP de la plataforma sur de las Islas Orcadas del Sur (AMP-PS-

IOS) se adoptó con poca resistencia por parte de la CCRVMA principalmente porque se negoció que: 1- no incluiría un sector de interés para una potencial pesquería exploratoria de cangrejo (rectángulo faltante que forma la herradura, figura 3), la cual terminó no siendo lucrativa (FAO 2011); 2- no interferiría con la pesquería de kril (la zona de pesca más importante se encuentran al oeste de las islas mientras que la AMP-PS-IO se ubica al sur de las mismas; Brooks 2013). El AMP de la Región del Mar de Ross (AMP-RMR) tardó cinco años en ser adoptada, y pasó por numerosos cambios en sus límites geográficos sobre todo asociados a intereses pesqueros, incluyendo la exclusión del caladero de pesca más importante para la industria. Las otras tres propuestas de AMPs que están siendo actualmente discutidas en el marco de la CCRVMA - Antártida Oriental (AMP-AO) desde 2011, región del Mar de Weddell (AMP-MW) desde 2015 y Dominio 1 (AMPD1) desde 2017 – vienen sufriendo diversas modificaciones desde su versión original principalmente en función de los intereses pesqueros (Brooks 2013; CCRVMA 2013, 2015, 2018). A pesar de estas modificaciones, que surgen de discusiones con la industria y buscan balancear la conservación con el uso racional de los recursos, ninguna de estas propuestas ha logrado aún consenso. Esto ha cuestionado la capacidad de la CCRVMA de cumplir con compromisos asumidos y seguir siendo un líder en conservación marina, en tanto los intereses económicos pesqueros parecen primar por sobre la conservación de los recursos vivos marinos, en contraposición a lo que establece el Artículo 2 de la Convención (CCRVMA 2018a, párrafos 6.17 a 6.59).

Si bien todas las AMPs – establecidas y propuestas – contribuyen con el sistema representativo en el Área de la Convención, vale mencionar algunas de las diferencias que existen entre las mismas a los fines de entender los potenciales desafíos y ventajas que presenta el AMPD1 y así poder también contribuir a su designación. Estas diferencias incluyen consideraciones del tipo más bien científicas y aquellas asociadas a intereses comerciales. Por ejemplo, esta región tiene el mayor número de estaciones científicas pertenecientes a más de la mitad de los Miembros del STA incluida la CCRVMA, lo que sumado a su relativa fácil accesibilidad (por ejemplo, son sólo unos 1500 km / 36-48 horas de navegación desde el cono sur – Puerto de Ushuaia – hasta el oeste de la Península Antártica / Islas Shetland del Sur), favorece el desarrollo de un mayor número de proyectos científicos y programas de monitoreo, que contribuyen al

entendimiento del ecosistema (COMNAP 2017). En paralelo, tal como se describiera en la Sección 2 de esta tesis, los efectos del cambio climático son más pronunciados aquí que en cualquier otra parte de Antártida, y los mismos ya incluyen consecuencias para la distribución del kril antártico y las tendencias poblacionales de los predadores que dependen de éste (Trivelpiece et al. 2011, Klein et al. 2017), advirtiendo sobre la necesidad de actuar de forma más expeditiva.

Respecto de los intereses comerciales, esta región recibe anualmente más del 95% de todos los turistas antárticos (IAATO 2018). El esperado incremento de esta actividad (Bender et al. 2016), sin duda suma un elemento más a la mesa de negociación, que no está presente (o lo está en mucho menor intensidad) en otras propuestas de AMP. En cuanto a las actividades pesqueras, el 70% de la distribución circumpolar de kril se encuentra en el sector atlántico sur (Atkinson et al. 2008) y es justamente en el Dominio 1 donde se concentra la mayor actividad extractiva de este recurso (CCRVMA 2017a). Sin embargo, como se ha mencionado, la pesca comercial de peces está prohibida en esta región desde 1990, principalmente debido a la sobreexplotación de varias especies de nototenoideos cuyas poblaciones aún no se han recuperado (Sección 2. Estado del Arte), lo que constituye una importante diferencia respecto a lo que ocurre en otros dominios. Por ejemplo, el Mar de Ross alberga la pesquería comercial más importante de austromerluzas (*Dissostichus* spp) de toda la Antártida. Estas pesquerías son tan lucrativas, que las dos especies de austromerluzas que constituyen el género *Dissostichus*, *D. eleganoides* (en Argentina conocida como merluza negra) y *D. mawsoni*, llegaron a ser denominadas “oro blanco”, lo que también propició el desarrollo de una fuerte pesquería ilegal que forzó a la CCRVMA a implementar diversos mecanismos de cumplimiento (Agnew 2000, Österblom & Sumalia 2011). Si bien las capturas anuales de estas especies son bajas, representando cerca de un 5% de las capturas de kril (CCAMLR 2018), el número y biomasa de estos peces en el Antártico es mucho menos que la del crustáceo. No obstante, la pesquería de austromerluzas es por lejos la más rentable económicamente (Brooks 2013). Debido a esto, el largo proceso para la adopción de la AMP-RMR giró en torno a los intereses de esta pesquería, ya que la preocupación más evidente de varios Miembros estuvo relacionada con la potencial interferencia del AMP sobre la extracción de recursos, a pesar de que el área en cuestión excluía los caladeros más importantes (Brooks 2013).

Algo similar sigue ocurriendo en las propuestas de AMP-AO y AMP-MW, que aún no han encontrado consenso para ser adoptadas, y donde un factor importante en la demora está asociado al desarrollo actual de pesquerías exploratorias de austromerluza en estas áreas, a pesar de que ambas propuestas modificaron sus límites originales en función de tales intereses (Brooks 2013; CCRVMA 2015, 2017).

Debido a la presencia de intereses comerciales, también se esperan intensas y extensas negociaciones en torno a la adopción del AMPD1, la propuesta más reciente sobre la mesa. En función de esto, y a diferencia de lo sucedido con las otras propuestas, se estableció un Grupo de Expertos que trabaja entre las sesiones ordinarias de los grupos de trabajo y las reuniones oficiales de la CCRVMA. Este grupo incluye a todas las partes interesadas – Miembros, Expertos, ONGs, ARK e IAATO – cuyo funcionamiento promueve la discusión de diversos enfoques, que en última instancia logren encontrar puntos de acuerdo y faciliten el consenso y pronta adopción del AMPD1.

5.7. Comentarios finales

La Antártida es un lugar único no sólo por los valores naturales que alberga sino también por cómo está administrado. Las zonas libres de hielo, mayormente asociadas a franjas costeras y generalmente descongeladas durante los meses de verano, presentan una biodiversidad notable, con diversas especies de musgos, líquenes, hongos, insectos, ácaros y plantas herbáceas. Además albergan numerosas especies de fitoplancton y zooplancton, incluido el kril antártico, y grupos dependientes y asociados a estos organismos como los peces, las aves y los mamíferos marinos. La particularidad y la importancia de estas especies reside en su alto grado de endemismo (es decir, que habitan únicamente en Antártida) y en su capacidad de adaptación, al desarrollarse y reproducirse en condiciones ambientales extremas.

Es el único continente consagrado a la paz y a la ciencia, en el cual se fomenta la colaboración y cooperación internacional, y que está administrado por un grupo de Estados/Partes que son miembro del Sistema del Tratado Antártico. Los mismos negocian y acuerdan, mayoritariamente por consenso, medidas de protección y

conservación de los valores naturales, a los fines de minimizar el impacto ambiental de las actividades humanas en esta región, y con el objeto de mantener el ecosistema sano.

En particular, la región del Oeste de la Península Antártica es donde más se evidencian los efectos del cambio climático global con posibles consecuencias para todo el ecosistema antártico (Moline et al. 2004, Montes-Hugo et al. 2009). Estos efectos se manifiestan como reducciones en la extensión del hielo, elevaciones de la temperatura superficial del agua y del aire, y acidificación de los mares, que a su vez desencadenan cambios hidrológicos y físico-químicos en el resto de los componentes del ecosistema, incluyendo variaciones en las relaciones tróficas entre los organismos antárticos. El ecosistema marino está cambiando y se espera que siga ese proceso en el futuro, alterándose la distribución y biomasa de las especies, y consecuentemente la cadena trófica y los servicios ecosistémicos (Henson et al. 2017).

En esta región, además, coexisten diversas actividades antrópicas incluyendo el desarrollo de proyectos científicos, el apoyo logístico a la ciencia, el turismo y la pesquería de kril antártico, siendo entonces evidente que aquí también conviven múltiples intereses y actores. La ciencia antártica, fortalecida por la cooperación científica, es uno de los grandes pilares del STA que, gracias a un adecuado apoyo logístico, permite aumentar el conocimiento de este continente remoto, convirtiéndose en el sustento imprescindible para la generación de herramientas de gestión y medidas de conservación efectivas. El turismo antártico que visita principalmente esta región y está regulado en forma permanente por el STA, tiene el potencial de actuar como embajador de este ecosistema único, aumentando su visibilidad y expandiendo el alcance de las problemáticas que este enfrenta, llegando a un público más amplio. La pesquería de kril, concentrada desde la última década principalmente en esta región del sector atlántico antártico, está regulada por la CCRVMA siguiendo un enfoque ecosistémico y precautorio que busca garantizar la conservación y sustentabilidad del recurso.

En una región compleja donde interactúan múltiples factores, un AMP podrá sin duda contribuir a la conservación de la singular biodiversidad marina antártica, manteniendo la estructura y funcionamiento del ecosistema, incluso por fuera de las mismas. A su vez, un ecosistema sano podrá generar relaciones tróficas estables/fuertes

también contribuyendo a la seguridad alimentaria. En este contexto, se resalta que la Argentina y Chile presentaron recientemente a la CCRVMA una MC para establecer un AMP en el Dominio 1 (CCRVMA-XXXVII, párrafos 6.43 a 6.59), luego de 6 años de intensos trabajos técnicos, talleres y consultas con todos los actores interesados en la región. Si bien esta MC no consiguió consenso en 2018, logró el apoyo de la mayoría de los Miembros CCRVMA, siendo destacada en ese foro por haberse desarrollado de manera transparente, sólida y en base a la mejor información científica disponible, contribuyendo al sistema representativo de AMPs en el Área de la Convención.

En particular, el desarrollo de este tipo de iniciativas fortalece el Tratado Antártico y su sistema; promueve la cooperación con países de la región, la protección del medio ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados, y la conservación de los recursos pesqueros; continúa profundizando el conocimiento científico y tecnológico; y logra una mayor eficacia de la presencia argentina. De esta manera, contribuye de manera sustancial a los objetivos de la Política Nacional Antártica afianzando los derechos argentinos de soberanía en la región (Decreto 2316/1990).

6. REFERENCIAS

A/CONF.199/20. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002.

Agnew, D. J. (2000). The illegal and unregulated fishery for toothfish in the Southern Ocean, and the CCAMLR catch documentation scheme. *Marine Policy*, 24(5), 361-374.

Ainley, D. G. (1990). The incidence of plastics in the diets of Antarctic Seabirds. In *Proceedings of the second international conference on marine debris* (pp. 653-664). US Department of Commerce Honolulu, Hawaii.

Ainley, D., & Tin, T. (2012). Antarctica. In *Climate and Conservation* (pp. 267-277). Island Press/Center for Resource Economics.

Argentina & Chile (2016). La importancia del proceso de designación de AMP en el Dominio 1, en el contexto actual del Cambio Climático. Documento de Información presentado a la XXXIX Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Santiago de Chile, Chile.

ASOC (2018). Anticipated growth of Antarctic tourism: effects on existing regulations. Documento de Información presentado a la XLI Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Buenos Aires, Argentina.

Atkinson A, Siegel V, Pakhomov E, Rothery P (2004). Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature* 432: 100-103

Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E. A., Rothery, P., Loeb, V., Ross, R. M., ... & Tarling, G. A. (2008). Oceanic circumpolar habitats of Antarctic krill. *Marine Ecology Progress Series*, 362, 1-23.

Atkinson, A., Hill, S. L., Pakhomov, E. A., Siegel, V., Reiss, C. S., Loeb, V. J., ... & Sailley, S. F. (2019). Krill (*Euphausia superba*) distribution contracts southward during rapid regional warming. *Nature Climate Change*, 1.

Auman, H. J., Woehler, E. J., Riddle, M. J., & Burton, H. (2004). First evidence for ingestion of plastic debris by seabirds at sub-Antarctic Heard Island. *Marine Ornithology*, 32, 105-106.

Barrera-Oro, E. (2002). The role of fish in the Antarctic marine food web: differences between inshore and offshore waters in the southern Scotia Arc and west Antarctic Peninsula. *Antarctic Science*, 14(4), 293-309.

Barrera-Oro E, Marschoff E, Ainley D (2017) Changing status of three notothenioid fish at the South Shetland Islands (1983–2016) after impacts of the 1970–80s commercial fishery. *Polar Biol* 40:2047–2054

Bastmeijer, K., & Roma, R. (2004). Regulating Antarctic tourism and the precautionary principle. *American Journal of International Law*, 98(4), 763-781.

- Bender, N. A., Crosbie, K., & Lynch, H. J. (2016). Patterns of tourism in the Antarctic Peninsula region: a 20-year analysis. *Antarctic Science*, 28(3), 194-203.
- Black, A. (2005). Light induced seabird mortality on vessels operating in the Southern Ocean: incidents and mitigation measures. *Antarctic Science*, 17(1), 67-68.
- Bombosch, A., Zitterbart, D. P., Van Opzeeland, I., Frickenhaus, S., Burkhardt, E., Wisz, M. S., & Boebel, O. (2014). Predictive habitat modelling of humpback (*Megaptera novaeangliae*) and Antarctic minke (*Balaenoptera bonaerensis*) whales in the Southern Ocean as a planning tool for seismic surveys. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 91, 101-114.
- Boyd, I. L., McCafferty, D. J., Reid, K., Taylor, R., & Walker, T. R. (1998). Dispersal of male and female Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(4), 845-852.
- Bricher, P. K., Lucieer, A., & Woehler, E. J. (2008). Population trends of Adélie penguin (*Pygoscelis adeliae*) breeding colonies: a spatial analysis of the effects of snow accumulation and human activities. *Polar Biology*, 31(11), 1397-1407.
- Brooks, C. M. (2013). Competing values on the Antarctic high seas: CCAMLR and the challenge of marine-protected areas. *The Polar Journal*, 3(2), 277-300.
- Burns, J. M., Costa, D. P., Fedak, M. A., Hindell, M. A., Bradshaw, C. J., Gales, N. J., ... & Crocker, D. E. (2004). Winter habitat use and foraging behavior of crabeater seals along the Western Antarctic Peninsula. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(17-19), 2279-2303.
- Capurro A, Santos M & Grant S (2017). Incorporating information on the distribution of the krill fishery into Domain 1 MPA planning – report of the CCAMLR scholarship recipient. Documento presentado a la Reunión 2017 del Grupo de Trabajo de Seguimiento y Ordenación del Ecosistema (WG-EMM-17/22). Buenos Aires, Argentina.
- Caro, T. (2010). *Conservation by proxy: indicator, umbrella, keystone, flagship, and other surrogate species*. Island Press.
- CBI 1946. Comisión Ballenera Internacional de la Convención Internacional para la Regulación de la Caza de Ballenas. Disponible en <https://iwc.int/convention-es#convention>
- CC-CRVMA 2010. Informe final del Comité Científico de la vigésimo novena reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.
- CC-CRVMA 2011. Informe final del Comité Científico de la trigésima reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.
- CC-CRVMA 2012. Informe final del Comité Científico de la trigésimo primera reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CC-CRVMA 2014. Informe final del Comité Científico de la trigésimo tercera reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CC-CRVMA 2015. Informe final del Comité Científico de la trigésimo cuarta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia

CC-CRVMA 2016. Informe final del Comité Científico de la trigésimo quinta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CC-CRVMA 2017. Informe final del Comité Científico de la trigésimo sexta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 1991. Informe final de la décima reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia.

CCRVMA 1994. Informe final de la décimo tercera reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 2001. Ordenación de la CCRVMA de los Recursos Antárticos. Editado por la Secretaría de la CCRVMA. Hobart, Australia. ISBN 0-947300-08-2. Recuperado de https://www.ccamlr.org/es/system/files/MgmtOfTheAntarctic_es.pdf

CCRVMA 2005. Informe Final del Taller de Áreas Marinas Protegidas, Silver Spring.

CCRVMA 2008. Informe final de la vigésima séptima reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 2011a. Informe final del Taller de Áreas Marinas Protegidas. Brest, Francia.

CCRVMA 2011b. Informe final de la trigésima reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2012. Informe final de la trigésimo primera reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2013. Informe final de la trigésimo segunda reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2014. Informe final de la trigésimo tercera reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2015. Informe final de la trigésimo cuarta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2016. Informe final de la trigésimo quinta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Hobart, Australia

CCRVMA 2017a. Informe de la Pesquería de Krill presentado en la trigésimo sexta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 2017b. Informe final de la trigésimo sexta reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 2017c. Lista de Medidas de Conservación Vigentes 2017/18. Compilado por la Secretaría de la CCRVMA. Hobart, Australia. Recuperado de https://www.ccamlr.org/es/system/files/s-schedule2017-18_3.pdf

CCRVMA 2018a. Informe final de la trigésimo séptima reunión de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, Hobart, Australia.

CCRVMA 2018b. Normas de acceso y utilización de los datos de la CCRVMA. En *Documentos básicos*, sección 11. Secretaría de la CCRVMA. Disponible en <https://www.ccamlr.org/es/system/files/s-basic-docs-dec-2018.pdf>

CDB 2004. Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), 34 p.

COMNAP (2017). Antarctic Station Catalogue. The Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP) Secretariat. ISBN 978-0-473-40409-3. Disponible en https://www.comnap.aq/Members/Shared%20Documents/COMNAP_Antarctic_Station_Catalogue.pdf

Cook, A. J., Fox, A. J., Vaughan, D. G., & Ferrigno, J. G. (2005). Retreating glacier fronts on the Antarctic Peninsula over the past half-century. *Science*, 308(5721), 541-544.

Cook AJ, Holland PR, Meredith MP, Murray T, Luckman A, Vaughan DG (2016) Ocean forcing of glacier retreat in the western Antarctic Peninsula. *Science* 353: 283-286.

Croll, D. A., & Tershy, B. R. (1998). Penguins, fur seals, and fishing: prey requirements and potential competition in the South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology*, 19(6), 365-374.

de Bruyn PJN, Reisinger RR, Bester MN, Tosh CA, Carlini AR, Platz J, Bornemann H. (2014). At surface behaviour at location on spot of southern elephant seal from King George Island. doi:10.1594/PANGAEA.749698

De Villiers, M. (2008). Review of recent research into the effects of human disturbance on wildlife in the Antarctic and sub-Antarctic region. Human disturbance to wildlife in the broader Antarctic region: a review of findings. Appendix, 1.

Decreto 2316/1990, Poder Ejecutivo Nacional, de 5 de noviembre de 1990, de Política Nacional Antártica, en Boletín Oficial del Estado, de 8 de noviembre de 1990, número 27006, página -. Argentina.

do Sul, J. I., Barnes, D. K., Costa, M. F., Convey, P., Costa, E. S., & Campos, L. (2011). Plastics in the Antarctic environment: are we looking only at the tip of the iceberg. *Oecologia Australis*, 15(01), 150-170.

Ducklow H.W., Fraser W.R., Meredith M.P., Stammerjohn S.E., Doney S.C., Martinson D.G., Saille S.F., Schofield O.M., Steinberg D.K., Venables H.J., Amsler C.D. (2013). West Antarctic Peninsula: An ice-dependent coastal marine ecosystem in transition. *Oceanography* 26(3): 190-203.

Dunn, M. J., Silk, J. R. D., & Trathan, P. N. (2011). Post-breeding dispersal of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) nesting at Signy Island, South Orkney Islands. *Polar biology*, 34(2), 205-214.

Everson, I. (ed.) (2000) Krill Biology, Ecology and Fisheries. Fish and Aquatic Resources Series, Blackwell Science, Oxford, 372 pp.

FAO 2004. Coordinating Working Party on Fishery Statistics. Handbook of fishery statistical standards. Rome, Italy, 260p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-j4000e.pdf>.

FAO 2011. Review of the State of World Marine Fishery Resources. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 569. Rome: Italy.

Flores H, Atkinson A, Kawaguchi S, Krafft BA, Milinevsky G, Nicol S, Reiss C, et al. (2012). Impact of climate change on Antarctic krill. *MEPS*. 458: 1-19.

Forcada J (2007). The impact of climate change on Antarctic megafauna. *En: Impacts of global warming on polar ecosystems*. Duarte CM (ed.): Fundación BBVA. Madrid. pp. 85-110

Foster, J., Nicol, S., & Kawaguchi, S. (2011). The use of patent databases to predict trends in the krill fishery. *Ccamlr Science*, 18, 135-145.

Fraser W and Hofmann E (2003). A predator's perspective on causal links between climate change, physical forcing and ecosystem response. *MEPS* 265: 1-15.

Friedlaender, A. S., Halpin, P. N., Qian, S. S., Lawson, G. L., Wiebe, P. H., Thiele, D., & Read, A. J. (2006). Whale distribution in relation to prey abundance and oceanographic processes in shelf waters of the Western Antarctic Peninsula. *Marine Ecology Progress Series*, 317, 297-310.

Henson SA, et al. (2017) Rapid emergence of climate change in environmental drivers of marine ecosystems. *Nature communications*, 8: 14682.

Hinke J, Watters G, Trivelpiece W, Goebel M. (2012). Synopsis of data from satellite telemetry of foraging trips and migration routes of penguins and pinnipeds from the South Shetland Islands, 1997/98 to present. WG-EMM-12/37.

Hinke JT, Polito MJ, Goebel ME, Jarvis S, Reiss CS, Thorrold SR, Trivelpiece WZ, Watters GM. (2015). Spatial and isotopic niche partitioning during winter in chinstrap and

Adélie penguins from the South Shetland Islands. *Ecosphere* 6(7): 125.
<http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00287.1>

Hinke JT, Cossio AM, Goebel ME, Reiss CS, Trivelpiece WZ, Watters GM. (2017). Identifying Risk: Concurrent Overlap of the Antarctic Krill Fishery with Krill-Dependent Predators in the Scotia Sea. *PLoS ONE* 12(1): e0170132. doi:10.1371/journal.pone.0170132

Hofmeyr, G. G., Bester, M. N., Kirkman, S. P., Lydersen, C., & Kovacs, K. M. (2006). Entanglement of antarctic fur seals at Bouvetøya, Southern Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 52(9), 1077-1080.

IAATO (2009). Overview of Antarctic Tourism: 2008-2009 Antarctic Season and Preliminary Estimates for 2009- 2010 Antarctic Season. Documento de Información a la XXXII Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Baltimore, Estados Unidos de Norteamérica.

IAATO (2018a). Overview of Antarctic Tourism: 2017-18 Antarctic Season and Preliminary Estimates for 2018-19 Antarctic Season. Documento de Información a la XLI Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Buenos Aires, Argentina. Disponible en <https://iaato.org/documents/10157/2398215/IAATO+overview/bc34db24-e1dc-4eab-997a-4401836b7033>

IAATO (2018b). Report on IAATO Operator Use of Antarctic Peninsula Landing Sites and ATCM Visitor Site Guidelines, 2017-2018 Season. Documento de Información a la XLI Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Buenos Aires, Argentina. Disponible en https://iaato.org/documents/10157/2398215/ATCM41_ip72_e.pdf/da24ea35-1d53-4a07-ad38-8f8d5b47d1f2

Ichii, T., Katayama, K., Obitsu, N., Ishii, H., & Naganobu, M. (1998). Occurrence of Antarctic krill (*Euphausia superba*) concentrations in the vicinity of the South Shetland Islands: relationship to environmental parameters. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 45(8), 1235-1262.

IPCC 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Jatko, J., & Hofman, R. J. (2000). Assessment of the possible cumulative environmental impacts of commercial ship-based tourism in the Antarctic Peninsula area.

Jensen, M., & Vereda, M. (2016). The Origins and Development of Antarctic Tourism Through Ushuaia as a Gateway Port. In *Tourism in Antarctica* (pp. 75-99). Springer, Cham.

Jenks, George F. (1967). "The Data Model Concept in Statistical Mapping", *International Yearbook of Cartography* 7: 186–190

- Kasamatsu, F., Nishiwaki, S., & Ishikawa, H. (1995). Breeding areas and southbound migrations of southern minke whales *Balaenoptera acutorostrata*. *Marine ecology progress series*. Oldendorf, 119(1), 1-10.
- Kawaguchi, S., Nicol, S., & Press, A. J. (2009). Direct effects of climate change on the Antarctic krill fishery. *Fisheries Management and Ecology*, 16(5), 424-427.
- Kawaguchi, S., Ishida, A., King, R., Raymond, B., Waller, N., Constable, A., ... & Ishimatsu, A. (2013). Risk maps for Antarctic krill under projected Southern Ocean acidification. *Nature Climate Change*, 3(9), 843.
- Kerwath SE, Winker H, Götz A, Attwood CG. (2013). Marine protected area improves yield without disadvantaging fishers. *Nat Commun*. 4: 2347. doi:10.1038/ncomms3347
- Kirkwood R and G Robertson (1997). The foraging ecology of female emperor penguins in winter. *Ecological Monographs* 67, 155-176. doi: 10.2307/2963511
- Klein, E. S., Hill, S. L., Hinke, J. T., Phillips, T., & Watters, G. M. (2018). Impacts of rising sea temperature on krill increase risks for predators in the Scotia Sea. *PLoS one*, 13(1), e0191011.
- Knox, G. A. (2006). *Biology of the southern ocean*. CRC Press.
- Kock K (1992) Antarctic fish and fisheries. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kokubun N., Takahashi A., Mori Y., Watanabe S. and H-C. Shin. (2010). Comparison of diving behavior and foraging habitat use between chinstrap and gentoo penguins breeding in the South Shetland Islands, Antarctica. *Marine Biology* 157:811-825.
- Lee, J. E., & Chown, S. L. (2007). *Mytilus* on the move: transport of an invasive bivalve to the Antarctic. *Marine ecology progress series*, 339, 307-310.
- Lee, J. E., & Chown, S. L. (2009). Temporal development of hull-fouling assemblages associated with an Antarctic supply vessel. *Marine Ecology Progress Series*, 386, 97-105.
- Ley 15802, Honorable Congreso de la Nación, de 25 de abril de 1961, de Tratado Antártico, en *Boletín Oficial* del Estado, 16 de mayo de 1961, número 19532, página 1. Argentina.
- Ley 21676, Poder Ejecutivo Nacional, de 31 de octubre de 1977, de Convención para la Conservación de Focas Antárticas, en *Boletín Oficial* del Estado, 4 de noviembre de 1977, número 23781, página 2. Argentina.
- Ley 22584, Honorable Congreso de la Nación, de 19 de mayo de 1993, de Convención sobre Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, en *Boletín Oficial* del Estado, 25 de junio de 1993, Número 27667, página 3. Argentina.

Ley 22584, Poder Ejecutivo Nacional, de 12 de mayo de 1982, de Convención sobre Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, en *Boletín Oficial* del Estado, 14 de mayo de 1982, número 24921, página 1. Argentina.

Ley 25263, Honorable Congreso de la Nación, de 15 de junio de 2000, de Régimen de Recolección de Recursos Vivos Marinos en el Área de Aplicación de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), en *Boletín Oficial* del Estado, 15 de julio de 2000, Número 29447, página 1. Argentina.

Loeb VJ, Siegel V, Holm-Hansen O, Hewitt R, Fraser W, Trivelpiece W, Trivelpiece S (1997). Effects of sea-ice extent and krill or salp dominance on the Antarctic food web. *Nature* 387: 897-900

Lowther, A. D., Lydersen, C., Biuw, M., de Bruyn, P. N., Hofmeyr, G. J., & Kovacs, K. M. (2014). Post-breeding at-sea movements of three central-place foragers in relation to submesoscale fronts in the Southern Ocean around Bouvetøya. *Antarctic Science*, 26(5), 533-544.

Lynch, H. J., Crosbie, K., Fagan, W. F., & Naveen, R. (2010). Spatial patterns of tour ship traffic in the Antarctic Peninsula region. *Antarctic Science*, 22(2), 123-130.

Marschoff E, Barrera-Oro E, Alescio N, Ainley D (2012) Slow recovery of previously depleted demersal fish at the South Shetland Islands, 1983–2010. *Fish Res* 125–126:206–213

McClintock J, Ducklow HW, Fraser W. (2008). Ecological responses to climate change on the Antarctic Peninsula. *Am Sci* 96: 302-310.

Meredith MP, King JC. (2005). Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. *Geophys. Res. Lett.* 32: L19604–L19609.

Moline, M. A., Claustre, H., Frazer, T. K., Schofield, O., & Vernet, M. (2004). Alteration of the food web along the Antarctic Peninsula in response to a regional warming trend. *Global Change Biology*, 10(12), 1973-1980.

Moline MA, Karnovsky NJ, Brown Z, Divoky GJ, Frazer TK, Jacoby CA, Torres JJ, Fraser WR (2008). High latitude changes in ice dynamics and their impact on polar marine ecosystems. *The Year in Ecology and Conservation Biology* 1134: 267-319.

Montes-Hugo M, Doney SC, Ducklow HW, Fraser W, Martinson D, Stammerjohn SE, Schofield O (2009) Recent changes in phytoplankton communities associated with rapid regional climate change along the Western Antarctic Peninsula. *Science* 323:1470–1473

Murphy EJ, Hofmann EE, Watkins JL, Johnston NM, Piñones A, Ballerini T, Hill SL, Trathan PN, Tarling GA, Cavanagh RA, Young EF, Thorpe SE, Fretwell P (2013). Comparison of the structure and function of Southern Ocean regional ecosystems: The Antarctic Peninsula and South Georgia. *Journal of Marine Systems* 109-110: 22-42.

Naciones Unidas 2002. Informe de la Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo. Johannesburgo, Sudáfrica.

Nicol, S., Foster, J., & Kawaguchi, S. (2012). The fishery for Antarctic krill—recent developments. *Fish and Fisheries*, 13(1), 30-40.

Nicol, S., & Foster, J. (2016). The fishery for Antarctic krill: Its current status and management regime. In *Biology and ecology of Antarctic krill* (pp. 387-421). Springer, Cham.

Österblom, H., & Sumaila, U. R. (2011). Toothfish crises, actor diversity and the emergence of compliance mechanisms in the Southern Ocean. *Global Environmental Change*, 21(3), 972-982.

Piñones, A., and A. V. Fedorov (2016), Projected changes of Antarctic krill habitat by the end of the 21st century, *Geophys. Res. Lett.*, 43, doi:10.1002/2016GL069656

Plagányi, É. E., & Butterworth, D. S. (2012). The Scotia Sea krill fishery and its possible impacts on dependent predators: modeling localized depletion of prey. *Ecological Applications*, 22(3), 748-761.

QGIS Development Team (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

Ratcliffe N and Trathan P. (2011). A review of the diet and at-sea distribution of penguins breeding within the CAMLR Convention Area. *CCAMLR Science*, Vol. 18: 75-114

RCTA 1994. Informe final de la decimoctava Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Kioto, Japón.

RCTA 2005. Informe final de la vigésima octava Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Estocolmo, Suecia.

RCTA 2006. Informe final de la vigésima novena Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Edimburgo, Reino Unido.

RCTA 2011. Informe final de trigésimo cuarta Reunión Consultiva del Tratado Antártico. Buenos Aires, Argentina.

RCTA 2017. Situación de los Planes de Gestión de las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas y las Zonas Antárticas Especialmente Administradas (Actualización: 2018). Disponible en https://documents.ats.aq/ATCM41/WW/atcm41_ww005_s.pdf

Reid, K., & Croxall, J. P. (2001). Environmental response of upper trophic-level predators reveals a system change in an Antarctic marine ecosystem. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1465), 377-384.

- Reid, K., Sims, M., White, R. W., & Gillon, K. W. (2004). Spatial distribution of predator/prey interactions in the Scotia Sea: implications for measuring predator/fisheries overlap. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(12-13), 1383-1396.
- Reino Unido, Argentina, Chile e IAATO (2018). Data collection and reporting on yachting activity in Antarctica in 2017/2018. Information paper N° 55. Reunión Consultiva del Tratado Antártico, 13-18 de mayo de 2018, Buenos Aires. Disponible en: www.ats.aq
- Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I., & Thomson, D. H. (2013). Marine mammals and noise. Academic press.
- Riekkola, L., Zerbini, A. N., Andrews, O., Andrews-Goff, V., Baker, C. S., Chandler, D., ... & Friedlaender, A. (2018). Application of a multi-disciplinary approach to reveal population structure and Southern Ocean feeding grounds of humpback whales. *Ecological Indicators*, 89, 455-465.
- Riffenburgh, B. (Ed.). (2006). *Encyclopedia of the Antarctic*. Routledge.
- Robbins, J., Dalla Rosa, L., Allen, J. M., Mattila, D. K., Secchi, E. R., Friedlaender, A. S., ... & Steel, D. (2011). Return movement of a humpback whale between the Antarctic Peninsula and American Samoa: a seasonal migration record. *Endangered Species Research*, 13(2), 117-121.
- Rückamp, M., Braun, M., Suckro, S., & Blindow, N. (2011). Observed glacial changes on the King George Island ice cap, Antarctica, in the last decade. *Global and Planetary Change*, 79(1-2), 99-109.
- Ruoppolo, V., Woehler, E. J., Morgan, K., & Clumpner, C. J. (2013). Wildlife and oil in the Antarctic: a recipe for cold disaster. *Polar Record*, 49(2), 97-109.
- Santa Cruz, F., Ernst, B., Arata, J. A., & Parada, C. (2018). Spatial and temporal dynamics of the Antarctic krill fishery in fishing hotspots in the Bransfield Strait and South Shetland Islands. *Fisheries Research*, 208, 157-166.
- Santora, J. A., & Veit, R. R. (2013). Spatio-temporal persistence of top predator hotspots near the Antarctic Peninsula. *Marine Ecology Progress Series*, 487, 287-304.
- Santora, J. A., Schroeder, I. D., & Loeb, V. J. (2014). Spatial assessment of fin whale hotspots and their association with krill within an important Antarctic feeding and fishing ground. *Marine biology*, 161(10), 2293-2305.
- Santos MM, Trathan PN, Thanassekos S, Rombolá EF, Juárez MA, Reid K and JT Hinke. (2014). Breeding and post-breeding foraging locations of Adélie penguins at Hope Bay/Esperanza, Antarctic Peninsula. WG-EMM-14/42.
- Siegel V (1988). A concept of seasonal variation of krill (*Euphausia superba*) distribution and abundance west of the Antarctic Peninsula. In: Sahrhage D (ed) *Antarctic Ocean and resources variability*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 219-230.

Siegel V, Ross RM, Quetin LB (2003) Krill (*Euphausia superba*) recruitment indices from the western Antarctic Peninsula: are they representative of larger regions? *Polar Biol* 26:672– 679

Siegel, V., & Watkins, J. L. (2016). Distribution, biomass and demography of Antarctic krill, *Euphausia superba*. In *Biology and ecology of Antarctic krill* (pp. 21-100). Springer, Cham.

Skvarca P, Rack W, Rott H, Ibarzabal Donangelo T (1999). Climatic trend and the retreat and disintegration of ice shelves on the Antarctic Peninsula: an overview. *Polar Res* 18 (2): 151-157.

Smith, A. D., Brown, C. J., Bulman, C. M., Fulton, E. A., Johnson, P., Kaplan, I. C., ... & Shin, Y. J. (2011). Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science*, 333(6046), 1147-1150.

SOLAS 2002. Chapter 5 Safety of Navigation. Safety of Life at Sea (SOLAS) Convention. International Maritime Organization. Disponible en <http://www.imo.org/en/OurWork/facilitation/documents/solas%20v%20on%20safety%20of%20navigation.pdf>

STA 2017. Compilación de documentos fundamentales del Sistema del Tratado Antártico. 2017. Tercera Edición. Buenos Aires: Secretaría del Tratado Antártico, 190p. ISBN 978-987-4024-46-6. Disponible en https://ats.aq/documents/atcm40/ww/ATCM40_ww014_s.pdf

STA 2018. Información del Sistema del Tratado Antártico. En *Intercambio de Información, Informes resumidos, buques de expediciones nacionales*. Disponible en https://ats.aq/devAS/ie_report.aspx?lang=s&rpt=Vessels

Stammerjohn SE, Drinkwater MR, Smith RC, Liu X (2003). Ice-atmosphere interactions during sea-ice advance and retreat in the western Antarctic Peninsula region. *J Geophys Res: Oceans* 108 (C10).

Stammerjohn SE, Martinson DG, Smith RC, Ianuzzi RA (2008a). Sea ice in the western Antarctic Peninsula region: Spatio-temporal variability from ecological and climate change perspectives. *Deep-Sea Res PT II* 55(18-19): 2041-2058.

Stammerjohn SE, Martinson DG, Smith RC, Yuan X, Rind D (2008b). Trends in antarctic annual sea ice retreat and advance and their relation to El Niño-southern oscillation and southern annular mode variability. *J Geophys Res: Oceans* 113(C3)

Stammerjohn, S., Massom, R., Rind, D., & Martinson, D. (2012). Regions of rapid sea ice change: An inter-hemispheric seasonal comparison. *Geophysical Research Letters*, 39(6).

Stevick, P., Aguayo-Lobo, A., Allen, J., Ávila, I. C., Capella, J., Castro, C., ... & Flórez-González, L. (2004). Migrations of individually identified humpback whales between the Antarctic Peninsula and South America.

- Thiebot, J. B., Lescroël, A., Pinaud, D., Trathan, P. N., & Bost, C. A. (2011). Larger foraging range but similar habitat selection in non-breeding versus breeding sub-Antarctic penguins. *Antarctic Science*, 23(2), 117-126.
- Thomas ER, Marshall GJ, McConnell JR. (2008). A doubling in snow accumulation in the Western Antarctic Peninsula. *Geophys. Res. Lett.* L01706 (35), 1
- Tin, T., Fleming, Z. L., Hughes, K. A., Ainley, D. G., Convey, P., Moreno, C. A., ... & Snape, I. (2009). Impacts of local human activities on the Antarctic environment. *Antarctic Science*, 21(1), 3-33.
- Trathan PN, Tanton JL, Lynnes AS, Jessopp MJ, Peat H, Reid K and JP Croxall. (2002). Spatial and temporal variability in foraging patterns of krillpredators at Signy Island and South Georgia. WG-EMM-02/33.
- Trathan, P. N., Warwick-Evans, V., Hinke, J. T., Young, E. F., Murphy, E. J., Carneiro, A. P. B., ... & Kokubun, N. (2018). Managing fishery development in sensitive ecosystems: identifying penguin habitat use to direct management in Antarctica. *Ecosphere*, 9(8).
- Trivelpiece, W. Z., Buckelew, S., Reiss, C., & Trivelpiece, S. G. (2007). The winter distribution of chinstrap penguins from two breeding sites in the South Shetland Islands of Antarctica. *Polar Biology*, 30(10), 1231-1237.
- Trivelpiece WZ, Hinke JT, Miller AK, Reiss CS, Trivelpiece SG, Watters GM. (2011). Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 7625-7628.
- Turner J, Comiso JC, Marshall GJ, Lachlan-Cope TA, Bracegirdle T, Maksym T, Meredith MP, Wang Z, Orr A. (2009). Non-annular atmospheric circulation change induced by stratospheric ozone depletion and its role in the recent increase of Antarctic sea ice extent. *Geophys. Res. Lett.* 36
- UNEP-WCMC, IUCN y NGS (2018). Protected Planet Report 2018. UNEP-WCMC, IUCN and NGS: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA.
- Van Waerebeek, K. O. E. N., Baker, A. N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G. P., ... & Wang, Y. (2007). Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 6(1), 43-69.
- Watts, M., Stewart, R. R., Segan, D., Kircher, L., & Possingham, H. P. (2011). Using the *Zonae Cogito* Decision Support System.
- Weinstein, B. G., Double, M., Gales, N., Johnston, D. W., & Friedlaender, A. S. (2017). Identifying overlap between humpback whale foraging grounds and the Antarctic krill fishery. *Biological Conservation*, 210, 184-191.
- Wienecke BC and Robertson G. (1997). Foraging space of emperor penguins *Aptenodytes forsteri* in Antarctic shelf waters in winter. *Marine Ecology Progress Series*, 159, 249-263

Williams, R., & Crosbie, K. (2007). Antarctic whales and Antarctic tourism. *Tourism in Marine Environments*, 4(2-3), 195-202.

Woehler, E. J., Ainley, D., & Jabour, J. (2014). Human impacts to Antarctic wildlife: predictions and speculations for 2060. In *Antarctic Futures* (pp. 27-60). Springer, Dordrecht.

Zeiler, M. (1999). *Modeling our world: the ESRI guide to geodatabase design*. ESRI, Inc.

Zimmer I, Wilson RP, Gilbert C, Beaulieu M, Ancel A, Plötz J. (2008). Foraging movements of emperor penguins at Pointe Géologie, Antarctica. *Polar Biology*, 31(2), 229-243.

7. ANEXO: Lista de figuras y tablas

Figura 1. Reclamos territoriales en la Antártida.	7
Figura 2. Área de aplicación de la CCRVMA..	9
Figura 3. Dominios de planificación y AMPs en el Área de la Convención..	18
Figura 4. Serie histórica de registros de la temperatura del aire en la Base Orcadas.....	22
Figura 5. Distribución espacial de la pesquería de kril en el Área de la Convención.	25
Figura 6. Evolución temporal de la actividad turística en Antártida.....	27
Figura 7. Área de estudio, el Dominio 1.	33
Figura 8. Distribución espacial e intensidad de forrajeo reproductivo para predadores.	44
Figura 9. Distribución espacial e intensidad de forrajeo no reproductivo para pingüinos y pinnípedos.	45
Figura 10. Distribución espacial e intensidad de forrajeo no reproductivo de cetáceos.	46
Figura 11. Distribución espacial e intensidad de uso de la pesquería de kril.....	48
Figura 12. Distribución espacial e intensidad de uso del transporte marítimo.....	49
Figura 13. Distribución espacial de las estaciones científicas y de los sitios más visitados por el turismo antártico.....	50
Figura 14. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo reproductivo de los predadores..	51
Figura 15. Grado de solapamiento entre la pesquería de kril y los predadores.....	52

Figura 16. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo no reproductivo de pingüinos y pinnípedos.	53
Figura 17. Solapamiento espacial entre la pesquería de kril y la intensidad de forrajeo no reproductivo de cetáceos.	54
Figura 18. Solapamiento espacial entre el transporte marítimo y la intensidad de forrajeo reproductiva de predadores.	55
Figura 19. Grado de solapamiento entre el transporte marítimo y los predadores.....	56
Figura 20. Solapamiento espacial entre el transporte marítimo y la intensidad de forrajeo no reproductiva de pingüinos y pinnípedos.....	57
Figura 21. Solapamiento espacial entre la actividad de transporte marítimo y la intensidad de forrajeo no reproductiva de cetáceos.....	58
Tabla 1. Marco legal del Sistema del Tratado Antártico en la República Argentina.	11
Tabla 2. Datos para el período reproductivo de predadores.	37
Tabla 3. Datos para el período no reproductivo de predadores	38