

Instituto Universitario Naval

Unidad Académica Escuela de Guerra
Naval

Especialización en Intereses Marítimos

**“LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA
EN EL SECTOR ANTÁRTICO
ARGENTINO”**

Autor: AMAYA, Augusto José María

Tutor: CN VGM (RE) PALET, Guillermo Mariano

Fecha: 15 de septiembre de 2023

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Agradezco a los srs Oficiales CN (RE) VGM Eugenio Facchin, CF Leopoldo Acuña, CC Rocío Borjas, CC Fernando Bravo, por su predisposición, colaboración y tiempo en las entrevistas otorgadas, que permitieron finalizar este trabajo de investigación.

Al sr. Director del Servicio de Hidrografía Naval, Comodoro de Marina Valentín Sanz Rodríguez, por ser la inspiración del presente trabajo. Al sr CN (RE) VGM Guillermo Palet por su orientación, paciencia y constancia. Sus aportes profesionales fueron una guía permanente durante el desarrollo del trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende identificar los compromisos argentinos asumidos en la elaboración de cartografía antártica, profundizando en el estado actual y la evolución futura de estos. Asimismo, estudia la problemática actual para efectuar los trabajos de relevamientos hidrográficos, analizando los tiempos que demanda la producción de nueva cartografía náutica e identifica las zonas de mayor tránsito de los buques. Desde comienzo del siglo XX, Argentina contribuyó con la comunidad científica internacional con aportes de exploración, mapeo y relevamiento náutico, llegando a posicionarse como uno de los mayores productores de cartografía en la región antártica. La carencia de medios de apoyo, exclusivos para las tareas de levantamientos batimétricos, sumados a las características glacio-meteorológicas antárticas, dificultan cumplir con el plan cartográfico internacional previsto, al cual la Argentina se ha comprometido a editar 11 cartas internacionales. Se utilizó un diseño metodológico cualitativo, apoyado por entrevistas semiestructuradas a expertos en materia antártica, con análisis de documentación oficial, nacional e internacional. En este sentido, el objetivo general del trabajo es el de analizar los principales desafíos para la producción cartográfica náutica internacional argentina en el Sector Antártico Argentino, teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país ante la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida. Se confirma la hipótesis planteada que, los principales desafíos que tiene la producción de la cartografía náutica argentina en el Sector Antártico Argentino, para cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el país ante la HCA, son los tiempos que demanda la recopilación de los datos batimétricos y proceso de edición, en función de esto sería necesario contar con una unidad de superficie destinada en forma exclusiva a las tareas de recopilación batimétrica para completar la edición de las cartas pendientes. Finalmente se proponen algunas orientaciones para optimizar los tiempos de trabajo en el continente antártico y alcanzar las metas previstas.

Palabras claves: Cartografía náutica, Antártida, Sector Antártico Argentino, producción cartográfica, cartas INT.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	I
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	V
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: LA EVOLUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA Y SU SITUACIÓN ACTUAL	1
1.1 EL AVANCE DE LAS ACTIVIDADES CARTOGRÁFICAS EN LA ANTÁRTIDA	1
1.2 EL ROL DE LA COMISIÓN HIDROGRÁFICA SOBRE LA ANTÁRTIDA HCA	7
1.3 EL ROL DEL SHN EN LA PRODUCCIÓN DE CARTAS NÁUTICAS ANTÁRTICAS	9
1.4 EL ESTADO DE LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA NACIONAL Y LOS COMPROMISOS ASUMIDOS.	11
1.5 LA CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA INTERNACIONAL	14
CAPÍTULO 2: LA CARTOGRAFÍA Y LAS VARIABLES QUE AFECTAN A LOS RELEVAMIENTOS EN LA ANTÁRTIDA	1
2.1 VARIABLES QUE AFECTAN A LOS LEVAMIENTOS HIDROGRÁFICOS	1
2.1.1 Factores climáticos.....	1
2.1.2 Factor hielo.....	3
2.1.3 Factor Planificación de las Actividades.....	5
2.2 IMPLICANCIAS EN LAS DEMORAS A LOS ACUERDOS ASUMIDOS	9
CAPÍTULO 3: LOS RECURSOS DEL SHN Y EL PROCESAMIENTO DE LAS CARTAS NÁUTICAS..	1
3.1 LOS MEDIOS NAVALES DEL SHN DISPONIBLES PARA LA HIDROGRAFÍA ANTÁRTICA	1
3.2 RELEVAMIENTOS EN CAMPAÑA Y LOS MEDIOS IMPLICADOS	3
3.3 PROCESAMIENTOS DE DATOS HASTA LA PUBLICACIÓN DE LA CARTA NÁUTICA	11
3.4 MEDIDAS A CONCRETAR	14
3.1.1 Buques y otras plataformas.....	14
3.4.2 Empleo de otras tecnologías	14
3.4.3 Otras propuestas de trabajo	16
CONCLUSIONES	1
BIBLIOGRAFÍA	1

ANEXO A – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL	1
ANEXO B – CARTAS PRODUCIDAS POR EL INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA	4
ANEXO C – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE	5
ANEXO D – CARTAS PRODUCIDAS POR EL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA.....	9
ANEXO E – CARTAS PRODUCIDAS POR LA DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN ...	10
ANEXO F – CARTAS PRODUCIDAS POR LA NATIONAL GEOSPATIAL INTELLIGENCE AGENCY Y LA NATIONAL OCEANIC AND ATMOSHERIC ADMINISTRATION	11
ANEXO G – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA MARINA DE LA FEDERACIÓN RUSA.....	13
ANEXO H – CARTAS PRODUCIDAS POR UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE	16
ANEXO I – CARTAS PRODUCIDAS POR LA DIRECTORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO ..	21
ANEXO J – CARTAS PRODUCIDAS POR ALEMANIA	22
ANEXO K – CARTAS PRODUCIDAS POR FRANCIA	23
ANEXO L – CARTAS PRODUCIDAS POR URUGUAY.....	24
ANEXO M – PLAN DE ACTIVIDADES ANTÁRTICAS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carta de South Shetland de 1820.	1
Figura 2. Carta de la Tierra de Graham de 1838.....	2
Figura 3. Carta levantada por James Ross en 1941	3
Figura 4. Carta confeccionada por Dallmann y Gerlache.....	3
Figura 5. Carta levantada por Sobral en 1904.....	4
Figura 7. Cartas INT pendiente de edición.	15
Figura 10. Comparación de la Edición de Cartas INT.	20
Figura 11. La presencia de hielo en cercanías a la costa.	4
Figura 12. Comparación de días de trabajo proyectados y cumplidos.	8
Figura 18. Proyección de Línea de Tiempo y Edición de Cartas Náuticas.....	13
Figura 20. Representación del sistema de detección y localización por medio de ondas luminosas.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado de Actualización de las Cartas Papel.....	12
Tabla 2. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Chile.....	14
Tabla 3. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Perú.	15
Tabla 4. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Ecuador.	15
Tabla 5. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Brasil.....	16
Tabla 6. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por el Reino Unido.....	17
Tabla 7. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por los Estados Unidos.....	17
Tabla 8. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por la Federación Rusa.	18
Tabla 9. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Francia.....	18
Tabla 10. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por España.....	19
Tabla 11. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Uruguay.....	19

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se identifican los compromisos argentinos para la elaboración de cartografía antártica internacional en el Sector Antártico Argentino, asumidos por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) ante la Comisión Hidrográfica Antártica (HCA), profundizando en el estado actual y la evolución futura de estos.

Asimismo, estudia la problemática actual para efectuar los trabajos de relevamientos hidrográficos, analizando los tiempos que demanda la producción de nueva cartografía náutica e identifica las zonas de mayor tránsito de los buques.

Desde comienzo del siglo XX, Argentina contribuyó con la comunidad científica internacional con aportes de exploración, mapeo y relevamiento náutico, llegando a posicionarse como uno de los mayores productores de cartografía en la región antártica. La carencia de medios de apoyo, exclusivos para las tareas de levantamientos batimétricos, sumados a las características glacio–meteorológicas antárticas, dificultan cumplir con el plan cartográfico internacional previsto, al cual la Argentina se ha comprometido, ante la HCA y sus Estados Miembros, a editar 11 cartas internacionales.

Es oportuno mencionar que, en el sector Antártico Argentino, convive la cartografía de distintos países, no solo la producida por la Argentina (Servicio de Hidrografía Naval), sino que también encontramos, entre otras, la de Chile (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile), España (Instituto Hidrográfico de la Marina), Brasil (Directoria de Hidrografia e Navegação), Reino Unido (United Kingdom Hydrographic Office) y Estados Unidos (Nacional Geospatial – Intelligence Agency). Esto hace que la disponibilidad de cartografía náutica sea de mayor cantidad de fuentes que en otras áreas del mundo. No obstante, en la cartografía actual, existen vastas regiones dentro del sector referido donde la cartografía disponible posee grandes extensiones no relevadas o fue emitida bajo estándares anteriores a los vigentes y requiere su actualización.

En las aguas que el derecho internacional reconoce como de responsabilidad del Estado, es interés y obligación de la Nación garantizar la navegación segura, la obtención, la actualización y difusión de información náutica como así también la prestación de servicios de ayuda a la navegación para prevenir accidentes. Estas tareas fueron cumplidas por la Comandancia General de Marina desde 1876, seguida por la Oficina

Centra de Hidrografía hasta llegar al actual Servicio de Hidrografía Naval, que, por la Ley N° 19.922 del año 1972, es el responsable de la elaboración, actualización y edición de las cartas náuticas y de los relevamientos necesarios (Secretaría General Naval, 2002, págs. 11-13).

Al mismo tiempo, en la Antártida se encuentra vigente el Sistema del Tratado Antártico, configurando un régimen jurídico particular, donde se debe cumplir la normativa implementada por dicho sistema.

Respecto de la seguridad de la navegación en la Antártida, las Partes Consultivas del Tratado Antártico (TA) han propuesto a sus gobiernos la colaboración entre los países productores de cartas náuticas, con el propósito de contribuir a la seguridad de la navegación y la protección de medio ambiente. Ejemplo de ello, ha sido fundamentado en que las condiciones de hielo pueden contribuir al desvío de los buques de las rutas, siendo necesaria la ampliación de las cartas que abarcan las aguas contiguas a tales rutas (Molinari, 1998, págs. 87-90).

En la Antártida, existen áreas donde la información de los levantamientos y el sondeo proviene sólo de sondeos de seguimiento, es decir que, al momento de efectuar las mediciones no se barrió un sector, si no que se siguió una derrota. De eso se desprende que, si se navega fuera de esos límites, se ingresaría en aguas desconocidas debiendo asumir que no es seguro para la navegación ya que, en muchas aguas antárticas, las profundidades son erráticas y pueden variar en cortas distancias (Captain Snider, 2018, págs. 64-68).

Pese a la trascendencia de contar con una cartografía actualizada, la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) calcula que en la región de la Península Antártica no se han efectuado levantamientos hidrográficos en un 85% en zonas con profundidades menores a los 200 metros y en un 87% en zonas con profundidades mayores a 200 metros; salvo en zonas limitadas, la cobertura mediante cartas a escala no es adecuada en general para la navegación costera (Internacional Hydrographic Organization, 2021).

La meteorología juega un papel importante en la planificación de campañas de levantamientos hidrográficos y en la obtención de los datos necesarios para su posterior procesamiento. Las condiciones climáticas generales en el continente son extremas en invierno, pero no así en verano austral. No obstante, las nevadas y los fuertes vientos son muy frecuentes y los levantamientos hidrográficos deben realizarse en condiciones

climáticas especiales, con pérdida de hielo superficial y nieve durante los meses de verano (Sisti, 2015).

Los vientos fuertes y las condiciones del mar tienen un impacto directo en la tarea de medición, especialmente cuando se emplean pequeñas embarcaciones como ser los botes de goma. Los hielos pueden representar un peligro, tanto para los buques como para los botes designados para los trabajos de medición, sobre todo si estos se encuentran en las rutas de navegación o en los accesos a los fondeaderos (Hermelo R., 2008).

La constante retracción de las barreras de hielos sufridas durante los últimos años ha alterado los contornos de costas, dejando al descubierto rocas y aguas no relevadas, constituyendo esto un potencial peligro para los buques. Por consiguiente, no se puede considerarse infalible a la cartografía actual (H-205, 2020).

Es preciso tener presente que la obtención de las mediciones necesarias para completar la cartografía antártica requiere de grandes esfuerzos logísticos y presupuestarios, el empleo de medios adecuados y personal debidamente capacitado. Amén de ello, se presentan las restricciones que plantea para la ejecución de los relevamientos, las condiciones glaciológicas que reducen la cantidad de meses al año en los cuales se pueden cumplir dichos trabajos.

La designación de medios navales aptos para efectuar los levantamientos hidrográficos en la Antártida es uno más de los tantos inconvenientes que se pueden presentar a la hora de la planificación de las tareas en el continente.

La Argentina ha realizado relevamientos desde 1915 con los buques que participaban de la logística antártica. Recién con la incorporación del Buque Hidrográfico y Remolcador de Mar ARA Sanavirón y el Buque Hidrográfico y Remolcador de Mar ARA Chiriguano en la década del 40, se planificaron y ejecutaron relevamientos batimétricos específicos con la finalidad de actualizar la cartografía del sector (Facchin E. L., 2019, págs. 21-29).

No fue hasta el año 1995, con la incorporación del buque oceanográfico ARA Puerto Deseado a los trabajos de relevamiento antárticos, que se volvió a contar con un buque equipado y dedicado a esa tarea (Facchin E. L., 2013). El Buque Oceanográfico ARA

Austral, que cuenta con la capacidad para realizar estudios batimétricos de precisión, y adquirido en el año 2015, aún no ha efectuado tareas en la Antártida.

En el presente, ejecutan la Campaña Antártica de Verano el Rompehielos ARA Almirante Irizar, uno o dos avisos clase Neftgaz y, en forma eventual, un buque de transporte Clase Costa Sur. Como la función principal es el Sostén Logístico Antártico y/o la Patrulla Antártica Naval Combinada, es limitado el tiempo que pueden ser empleados en tareas de relevamientos hidrográficos.

En la región Antártica, donde los buques pueden hacer frente a condiciones climáticas más severas, cualquier varadura debida a una ausencia de levantamientos o de cartografía náutica adecuados puede tener graves consecuencias. La varadura de buques que operan fuera de las rutas en las que se ha navegado previamente en la Antártida es bastante común (OHI, 2017, pág. 3).

El incremento en el número de buques que navegan por las aguas antárticas se encuentra directamente relacionado al turismo. La mayor cantidad de buques que transitaban los mares antárticos motivaron un número creciente de accidentes / incidentes náuticos. Contar con relevamientos desactualizados, incrementa los riesgos relacionados a la navegación.

Como indicaremos más adelante, existe una real necesidad de intensificar los trabajos de levantamientos hidrográficos en el Sector Antártico Argentino (como insumo para poder realizar las actualizaciones y correcciones de cartas náuticas). Por ello es conveniente contar con una plataforma de apoyo exclusiva a las tareas hidrográficas en el continente antártico.

No se encontraron antecedentes que hayan abordado específicamente la problemática de la producción cartográfica internacional en la Antártida, pero hay algunos estudios que se refieren a la cuestión y sirven para fundamentar partes de este trabajo.

En un trabajo anterior donde se trató la situación de la cartografía nacional en el Sector Antártico Argentino, se desarrolló en profundidad las necesidades para una producción cartográfica nacional, sin embargo, en ese trabajo no se abordaron los compromisos internacionales asumidos por Argentina ante la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida y solo se nombraron brevemente (Amaya, 2021).

En el libro *La Argentina en la Antártida a sesenta años de vigencia del tratado Antártico*, producido por el Comité de Estudios Antárticos del Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales encontramos el artículo: “La cartografía y la toponimia como instrumentos de soberanía”, donde se menciona las cartas producidas. También hace mención a los compromisos asumidos por Argentina en la participación de la confección de la Cartas INT, mediante la producción de las cartas 9100, 9101, 9111, 9115, 9120, 9140, 9142, 9153, 9154, 9156 y 9170, de las cuales se han llegado a producir hasta la fecha, nueve cartas náuticas (Borjas, Parica, & Sanz Rodriguez, 2021, págs. 67-68).

Asimismo, Fabián Vetere afirma que, en el Sector Antártico Argentino, las cartas náuticas oficiales son limitadas y la información batimétrica y de marea es relativamente escasa. En estas cartas muchos accidentes costeros están representados en líneas generales y los sondeos son dispersos y mucho más escasos que en otras regiones del mundo (Vetere, 2016).

Entonces cabe preguntarse ¿Cuáles son los principales desafíos para la producción cartográfica náutica internacional argentina en el Sector Antártico Argentino, teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país ante la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida?

Para responder a estos interrogantes, se ha planteado como objetivo general analizar los principales desafíos para la producción cartográfica náutica internacional argentina en el Sector Antártico Argentino, teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país ante la HCA.

Para su alcance, se establecieron los siguientes objetivos específicos: describir el estado de actualización de la cartografía náutica de Argentina en el Sector Antártico Argentino; detallar el proceso y los métodos de producción de la cartografía náutica de Argentina en la Antártida; identificar los compromisos argentinos de elaboración de cartografía antártica ante la HCA; describir las problemáticas para efectuar los relevamientos hidrográficos necesarios en el Sector Antártico Argentino y estimar los recursos y los tiempos necesarios para la producción de la cartografía náutica en el Sector Antártico Argentino para poder cumplir con los compromisos internacionales asumidos ante la HCA.

El análisis de la situación de la cartografía internacional en el Sector Antártico Argentino, permitirá conocer el estado actual de la misma, determinar los faltantes y con qué

velocidad se avanza para completar la edición de cartas donde es necesario. De ahí la relevancia del trabajo que posibilitará proveer de elementos para establecer las prioridades en la determinación de medidas concretas que faciliten, aporten y/o impulsen los trabajos de relevamientos y la producción de cartografía náutica antártica pendiente.

De esta forma, contribuye a la toma de decisiones para la planificación de los relevamientos a desarrollar en la zona al conocerse dichas prioridades en función al tráfico de buques para la actualización de la cartografía producida por el SHN. Ello redundará en mayor seguridad náutica a los buques que transitan por las aguas antárticas y simultáneamente contribuye a los intereses de la nación en el continente antártico.

La presente investigación se desarrolla en el campo de las ciencias naturales (cartografía e hidrografía), contempla los intereses argentinos en la Antártida como espacio geopolítico y estratégico. Además, integra contenidos vistos en las materias régimen legal de los intereses marítimos, oceanografía y meteorología, derecho internacional del mar, como así también en la materia seguridad marítima y preservación del medio ambiente marino y fluvial.

El estudio se encuentra limitado a las áreas marítimas del Sector Antártico Argentino¹ (delimitado por el paralelo de 60° S y el Polo sur y los meridianos de 25° y 74° de longitud Oeste), donde Argentina ejerce soberanía como parte del territorio de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur en el marco del Sistema del Tratado Antártico (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, 2021).

No se contempla analizar las implicancias del cambio climático, el derretimiento de los glaciares o los desprendimientos de las grandes barreras de hielo como problemáticas de estudios en la afectación de las zonas de hielos de origen terrestre y marino en la Antártida, aunque ellos afectan frecuentemente las zonas de operaciones donde es necesario hacer relevamientos batimétricos.

Fue necesario realizar un análisis bibliográfico de libros, revistas indexadas, artículos científicos e informes de comisiones específicas, como es el caso de la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la

¹ La superficie del Sector Antártico Argentino es de aproximadamente 1.461.597 km², de los cuales 965.314 km² corresponden a tierra firme.

Comisión Hidrográfica de la Antártida (HCA) afines al tema, como así también cursos de capacitación y exposiciones de expertos. También se recurrió a la bibliografía disponible en las publicaciones y en el portal web del Servicio de Hidrografía Naval respecto a la cartografía en la Antártida y de la OHI. Las entrevistas semiestructuradas con expertos permitieron acercarse a una interpretación más real y tomar conciencia del esfuerzo que se requiere para la actualización de información y elaboración de cartas náuticas en la Antártida y los problemas durante dicho proceso.

La hipótesis que se plantea en el trabajo es que los principales desafíos que tiene la producción de la cartografía náutica argentina en el Sector Antártico Argentino, para cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el país ante la HCA, son los tiempos que demanda la recopilación de los datos batimétricos y proceso de edición, en función de esto sería necesario contar con una unidad de superficie destinada en forma exclusiva a las tareas de recopilación batimétrica para completar la edición de las cartas pendientes.

Para ello, se lo ha estructurado en tres capítulos. El primero aborda el avance de las actividades cartográficas en la Antártida con una mirada a la evolución histórica de los esfuerzos para la producción cartográfica Antártica; asimismo, se estudia el rol de la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida, el rol del SHN en la producción de cartas náuticas Antárticas y el estado de la producción cartográfica nacional y los compromisos asumidos por el país respecto a la producción de cartas internacionales en la Antártida. También se describe la cartografía Antártica internacional de forma tal de contar con antecedentes necesarios como punto de comparación y para extraer conclusiones.

En el segundo capítulo se estudian las variables que afectan los levantamientos hidrográficos y se analiza las implicancias en las demoras a los acuerdos asumidos.

Finalmente, en el capítulo tres se contempla la planificación de una campaña de relevamientos hidrográficos, los medios involucrados para su ejecución (disponibles en el SHN) y las dificultades que plantea el procesamiento de datos hasta la publicación de la carta náutica. De ahí surge la propuesta de medios actuales y las medidas concretas que posibiliten reducir los tiempos desde la recolección de datos hasta la edición de la nueva cartografía.

Las conclusiones de carácter general alcanzadas en la investigación, permiten satisfacer el interrogante principal del trabajo, los objetivos generales y específicos que en definitiva ratifican la hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO 1: LA EVOLUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA Y SU SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se verán los avances de las actividades cartográficas realizados en el continente, particularmente los de Argentina. Asimismo, se analiza el rol de la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida y el rol del Servicio de Hidrografía Naval en la producción de cartas Antárticas. De igual manera, se desarrollará el estado actual de la producción de todas cartas en el sector Antártico Argentino y se describen los compromisos asumidos por el país. En tal sentido, este capítulo aborda el objetivo de identificar los compromisos argentinos de elaboración de cartografía antártica ante la HCA y el de describir el estado de actualización de la cartografía náutica de Argentina en el Sector Antártico Argentino.

1.1 El avance de las actividades cartográficas en la Antártida

Desde el descubrimiento del continente, sucesivos levantamientos topográficos se fueron realizando sobre la península Antártica. De ahí que, en la denominada carta South Shetland Island and Bransfield Strait², los levantamientos fueron cada vez más exactos y precisos.

En 1820, se realiza la carta de las Shetland del Sur por el inglés Weddell, el mismo explorador que efectuaría el viaje por el mar que hoy lleva su nombre (ver figura 1). Esta carta se basó en las exploraciones del oficial de la marina inglesa Bransfield y también en los aportes del Capitán Willian Smith (Duse, 1904, pág. 903).

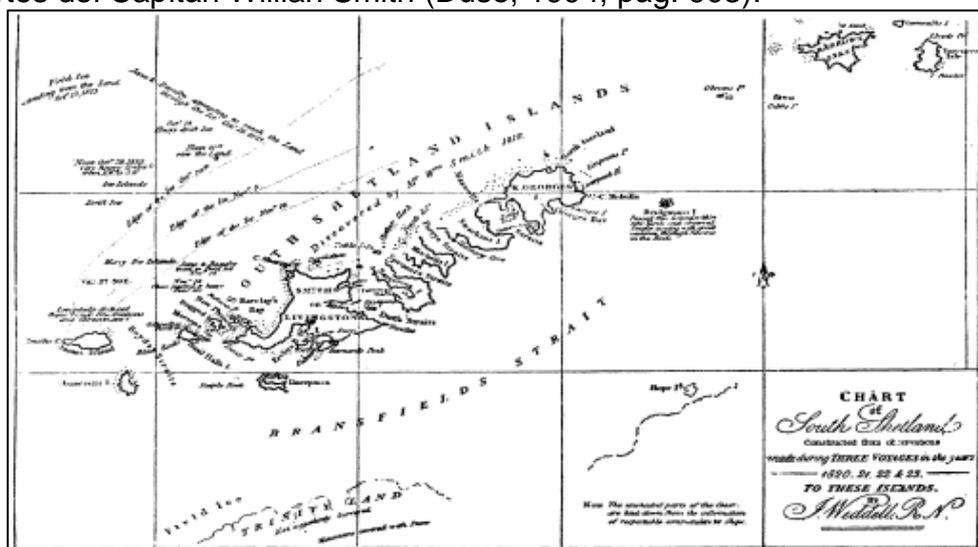


Figura 1. Carta de South Shetland de 1820 (Boletín del Centro Naval, 1904, pág. 904).

² Corresponde a la denominación actual de la carta 3205 producida por la United Kingdom Hydrographic Office.

De acuerdo con Duse (1904), el foquero inglés John Biscoe, en un viaje de circunnavegación en 1832, descubre la isla Adelaide³, que posteriormente se llamarían Islas de Biscoe, quedando un tramo de costa descubierta con el nombre de tierra de Graham⁴ en honor al Almirante sir James Graham. Entre febrero y marzo de 1838, el ingeniero Dumoulin hizo los levantamientos de carta de la parte de la tierra de Graham descubiertas por Dumont D'Urville, los que incluye la isla de Joinville (ver figura 2). (págs. 904-907)

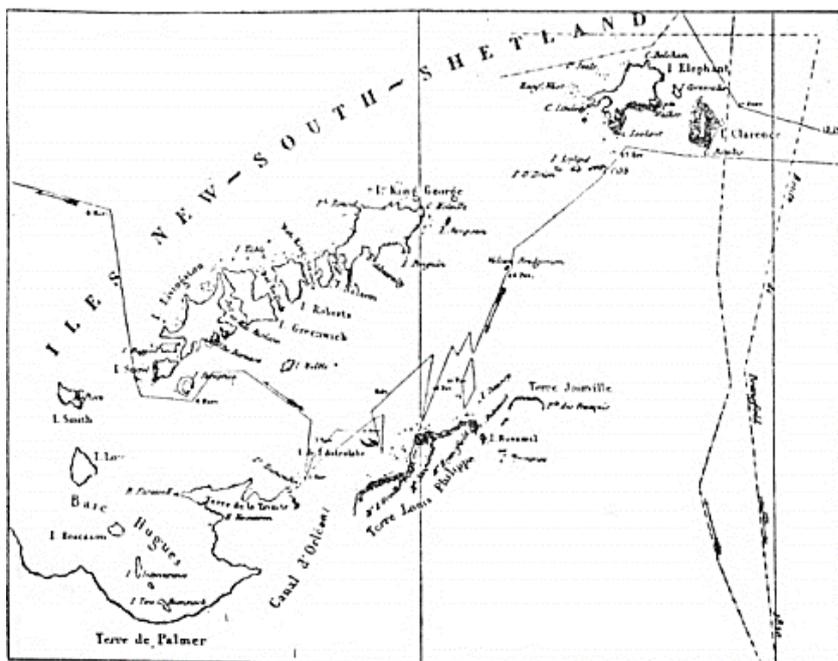


Figura 2. Carta de la Tierra de Graham de 1838 (Boletín del Centro Naval, 1904, pág. 907)

En la figura 3, se puede ver la carta relevada por James Ross durante la expedición del Erebus y Terror; carta levantada desde la cubierta del buque arrastrado por los hielos.

En 1874, Dallmann construye un nuevo mapa, a posterior de sus dos expediciones (ver figura 4 izquierda). Con la expedición belga al mando de Adrien de Gerlache, en 1898, quedaron plasmados los relevamientos de la carta de la región del estrecho de Gerlache, las que se representan en la figura 4 derecha (Duse, 1904, págs. 908 - 912).

³ La isla Adelaide es denominada isla Belgrano para la toponimia argentina.

⁴ Para la toponimia argentina es denominada Tierra de San Martín, en honor a José Francisco de San Martín.



Figura 3. Carta levantada por James Ross en 1841 (Boletín del Centro Naval, 1904, pág. 908)

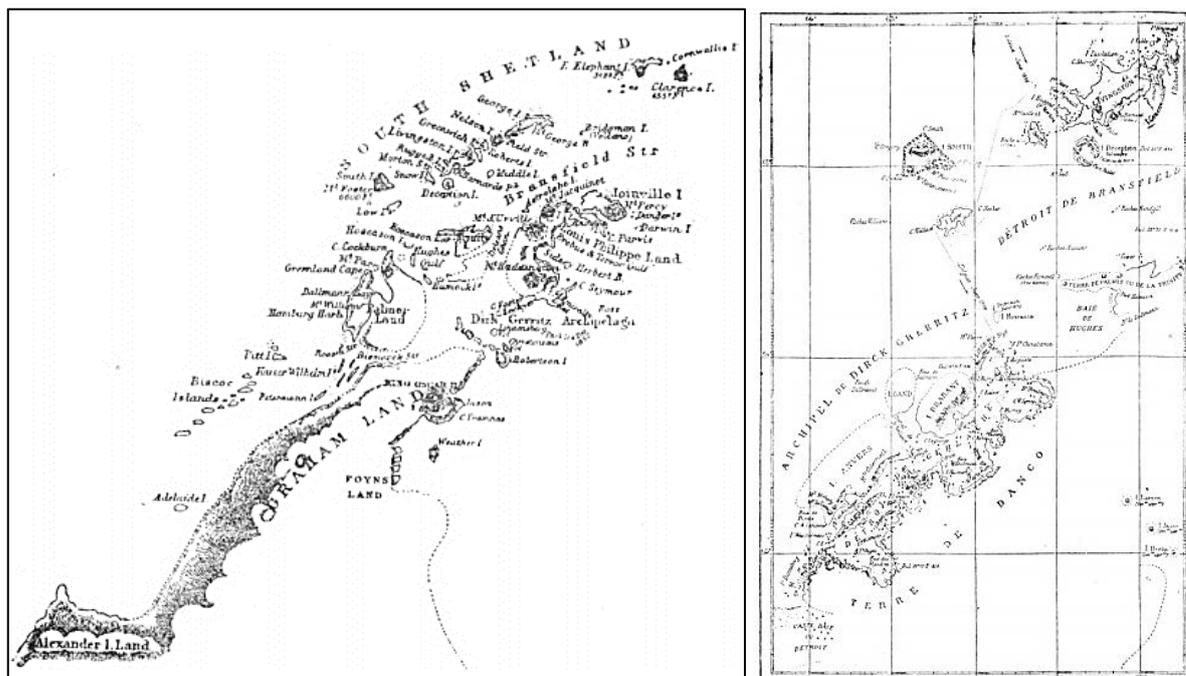


Figura 4. Carta confeccionada por Dallmann (izquierda) y Gerlache (derecha) (Boletín del Centro Naval, 1904, pág. 909 – 911)

El estudio y la exploración de los mares antárticos por Argentina, se remonta a la experiencia del Alférez de Navío José M. Sobral quien, como parte de la expedición

plasmado Julián Irizar, comandante de la Corbeta Uruguay, en su segundo viaje a los mares antárticos. Durante este viaje se comienza a administrar un observatorio en las Islas Orcadas del Sur⁶ y se efectuaron diversos levantamientos hidrográficos (Galindez, 1905, págs. 782-799).

En 1916, el Servicio de Hidrografía Naval, órgano rector de la cartografía náutica en la República Argentina, promulga la Carta 31 denominada Fondeaderos de la Gobernación de Tierra del Fuego, constituyéndose en la primera carta oficial de la Antártida de producción nacional. La Carta 31 contenía las Islas Orcadas del Sur, relevadas por la corbeta Uruguay durante la campaña de 1915 (Facchin E. L., 2017, págs. 60-69).

Es propicio destacar, a nivel internacional, la creación de la Organización Hidrográfica Internacional⁷ (OHI) en 1921, ya que con el correr de los años, se estandarizó los trabajos de relevamientos hidrográficos y de producción de cartografía, aceptado por los Estados miembros y promovido por la OHI (M-2, 2016, págs. 34-38).

Los trabajos de exploración y relevamiento nacional continuaron en forma pausada con el Transporte 1ro de Mayo, el cual sucedió a la Corbeta Uruguay a partir de la campaña de 1924 (Boletín del Centro Naval, 2003).

Con la creación de la Comisión Nacional del Antártico (CNA) en abril de 1940⁸ se intensificaron las tareas de ciencia y exploración en el continente, dando participación a las tareas contribuyentes a la seguridad náutica tales como los relevamientos de costa, la toma de sondajes y las mediciones de amplitud de marea, todas estas necesarias para la confección de cartas náuticas.

Otro hecho notable es la concreción del primer vuelo argentino en tierra antárticas en febrero de 1942, lo que permitió el relevamiento aerofotográfico. Estas tareas se concretaron utilizando un buque como transporte de la aeronave (Facchin E. L., 2021, págs. 71-76). En 1943 se llegó a bahía Margarita, donde se obtuvieron importantes datos hidrográficos, magnéticos, meteorológicos y mareológicos.

⁶ Observatorio Orcadas: actualmente Base Antártica Conjunta Orcadas, creada el 22 de febrero de 1904, es el asentamiento más antiguo de la Antártida, aún en funcionamiento. El observatorio fue heredado de la expedición científica de William Bruce, aceptando el gobierno argentino las instalaciones que su expedición montó en la isla.

⁷ Argentina es uno de los países miembros fundadores de la OHI.

⁸ Creada por Decreto N° 61.852 del 30 de abril de 1940 durante la presidencia de Roberto Marcelino Ortiz.

En 1946, el Plan Nacional Antártico fue aprobado, el cual incluía diversas tareas como la adquisición de medios modernos para los relevamientos hidrográficos, buques y aviones adecuados para la actividad científica. El objetivo previsto era la concreción del levantamiento expeditivo de la costa de la península antártica. En cuanto a la educación, el plan divisaba la formación de oficiales especialistas en ciencias tales como la meteorología, la hidrografía y la oceanografía (Rinaldi, 2013, págs. 147-149).

Como parte del reconocimiento geopolítico de esos años, se desarrolló la idea de incorporar a los mapas nacionales el territorio antártico, asociada a la estrategia diseñada por la CNA en 1946, trece años antes de la celebración del Tratado Antártico, difundiendo la conciencia antártica nacional (Hartlich, 2018, págs. 39-60).

El eje hidrográfico se encaminó a relevar todas las rutas de navegación, los puertos naturales, la ubicación de los archipiélagos, la búsqueda de las mejores ubicaciones para establecer nuevos refugios, el mantenimiento del balizamiento y la colocación de nuevas ayudas a la navegación, tras la aprobación del plan del General Pujato en 1949 (Facchin E. L., 2019, págs. 18-19).

Entre los años 1942 y 1957, se concreta la mayor edición de cartas náuticas argentinas (Coli, 2013, pág. 168), recién en 1979 se confeccionaron las cartas náuticas que contienen los cuarterones de la caleta Potter, el cabo Primavera y la bahía Scotia (Bolognese & Dziubek, 2014). En el 2015, se edita la primera carta electrónica nacional en la Antártida, correspondiente al Archipiélago de Palmer, la cual abarca de la Isla Trinidad a la Isla Amberes (H-233, 2015).

Otro hecho destacable es la creación de la Comisión Hidrográfica de la Antártida (HCA) en el año 1997, como una comisión hidrográfica regional, reconocida por la OHI, con el objetivo de proporcionar la coordinación regional en el suministro de servicios hidrográficos, la libertad de la investigación científica, la cooperación, el libre intercambio y el acceso a la información científica de las observaciones en apoyo a la navegación marítima segura (MSC-Circ 2/1997 - OHI, 1997).

1.2 El rol de la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida HCA

Creada bajo la órbita de la OHI, la HCA⁹ es la principal comisión internacional abocada a la optimización de los trabajos de relevamientos y a una mayor producción de cartas náuticas en la Antártida.

Tiene la finalidad de coordinar los planes cartográficos entre sus Estados Miembros y definir necesidades de nuevos relevamientos hidrográficos para una mejor calidad, mayor cobertura y disponibilidad de la cartografía náutica en la región (OHI, 2017, pág. 4).

Además, la HCA regula las cartas internacionales (INT), producidas en la región por los entes oficiales que forman parte de la misma comisión. La región de injerencia se denomina M y los límites se muestran en la figura 6.

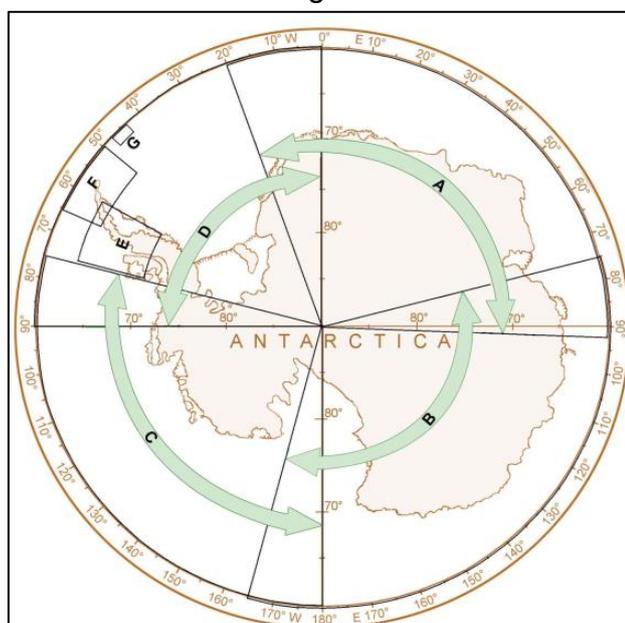


Figura 6. Límites y división de la Región M (Catálogo de cartas Nacionales / Internacionales de la HCA, 2011 pág. 2).

Para una mejor administración, la región M se subdivide en 7 partes. La subregión A que comprende del Mar de Lazarev al Mar de la Cooperación (20°W – 90°E); B del Mar de Davies al Mar de Ross (75°E – 165°W); C del Mar de Ross al Mar de Bellingshausen (180° - 80°W) y D del Mar de Bellingshausen al Mar de Weddell (90° - 0°W). Dentro de la subregión D también se encuentran la subregión E que corresponde a la Península Antártica, la Tierra de Graham y la Tierra de Palmer, la subregión F donde se encuentra

⁹ Creada en 1997 e integrada por 24 países miembros de la OHI y adherentes al Tratado Antártico.

la Península Antártica, Tierra de Graham y las Islas Shetland del Sur y finalmente la subregión G que solo contiene a las cartas producidas en las Islas Orcadas del Sur (OHI, 2011, págs. 3-32).

Conforme al Estatuto de la HCA, su misión es la de “Conseguir la mejora de la calidad, cobertura y disponibilidad de la cartografía náutica y otra información de los servicios hidrográficos que cubren la región”.

Los objetivos que la HCA (2023) establece son los siguientes:

1. La Comisión, que es un elemento integral para lograr los objetivos de la OHI y que promueva los fines de la Organización a nivel regional, tendrá un carácter consultivo, científico y tecnológico. Las actividades complementarán la labor de la Secretaría de la OHI, alinearse con y apoyar la intención y los objetivos de la OHI aprobada Programa de Trabajo, y no se extenderá a asuntos relacionados con la política internacional.
2. La HCA se esforzará por alinear las actividades de su misión con la intención de la Estrategia Estratégica de la OHI. Plan, la Resolución de la OHI 2/1997 y el Sistema del Tratado Antártico. La libertad de investigación científica y cooperación, y el libre intercambio y acceso a las observaciones científicas y los resultados se consideran objetivos clave de la HCA.
3. Promover la cooperación técnica en el campo de los levantamientos hidrográficos, cartografía marina e información náutica dentro de la región.
4. Estimular a los Miembros Titulares, Miembros Asociados y Observadores que forman la CHA a ampliar la actividad hidrográfica en la región de conformidad con el Tratado Antártico, pertinentes Resoluciones de la Reunión Consultiva (RCTA) (Apéndice C). Anímelos a buscar ayuda técnica, asesoramiento y asistencia de la Secretaría de la OHI para establecer y fortalecer sus capacidades y políticas hidrográficas, incluida la adquisición de conocimientos científicos, comerciales y recursos de encuestas colaborativas y todo tipo de tecnología avanzada diseñada para encuesta sistemática.
5. Para facilitar el intercambio de información entre Autoridades Hidrográficas y con otras organizaciones relativas a encuestas, investigaciones o actividades científicas, técnicas y operativas, desarrollos relacionados con la información marina en general y, para ayudar en la planificación y organización de las actividades hidrográficas en el sentido más amplio del término.
6. Alentar a los Miembros Titulares, Miembros Asociados y Observadores que forman la CHA a participar activamente, por su propia voluntad, en todas las ocasiones posibles, ya sea en forma de asesoramiento o de asistencia – en aquellos programas hidrográficos que requieran acción, pero sin perjuicio o injerencia en sus actividades nacionales.
7. Examinar las implicaciones, en su ámbito de interés, de los asuntos de interés general con que concierne a la OHI, evitando cualquier interferencia con las prerrogativas de la OHI Secretaría y cualquier otra Comisión Regional reconocida por la OHI.

8. Coordinar los esquemas de cartas INT y ENC, y otros esquemas universales en desarrollo datos, productos y servicios del modelo de datos hidrográficos (S-100) para la región y para monitorear su idoneidad.
9. Definir las necesidades de nuevas encuestas y, si es necesario, desarrollar cooperativas enfoques para satisfacer esas necesidades.
10. Para facilitar el suministro y la amplia difusión de información con fines científicos y considerar el potencial de los conceptos de Infraestructura de Datos Espaciales Marinos (MSDI) para implementación regional.
11. Alinear las actividades regionales con el Plan Estratégico y el Trabajo de la OHI aprobados en el Programa, teniendo en cuenta las acciones, recomendaciones y resultados del IRCC.
12. La HCA puede establecer comités o grupos de trabajo, según corresponda, para avanzar con las prioridades regionales. Si se crean, los cuerpos subordinados tendrán Términos de Referencia aprobados, y el progreso del trabajo bajo la dirección de la HCA. La participación en los órganos subordinados estará abierto a los participantes de la HCA y otros expertos en la materia (SME) según se decida por los Miembros Plenos (págs. 2-3).

Por otro lado, la comisión expresa preocupación por la falta de progreso en la cartografía hidrográfica y la recopilación de datos batimétricos en las aguas antárticas, con los consecuentes riesgo de daños que pueden sufrir los barcos, las personas y el medio ambiente.

Es por ello que la HCA promueve la investigación científica y el libre intercambio de datos. De igual forma, recomienda a las partes la priorización de la revisión de los datos batimétricos existentes y la recopilación de nuevos datos alentando a los buques nacionales (gubernamentales y no gubernamentales) a la recopilación de datos hidrográficos y batimétricos en todo el territorio antártico en la medida de sus posibilidades, como así también a fomentar la cooperación entre las instituciones nacionales de investigación sobre levantamientos hidrográficos y la cartografía en la región antártica (OHI, 2023, pág. 13).

1.3 El rol del SHN en la producción de cartas náuticas Antárticas.

Toda la cartografía náutica que produce argentina, es confeccionada por el SHN, el cual es el organismo oficial nacional (Ley N° 19922, 1972). Desde sus inicios como Comandancia General de Marina en 1876, seguida por la Oficina Centra de Hidrografía hasta llegar al actual Servicio de Hidrografía Naval es el responsable de la elaboración, actualización y edición de las cartas náuticas, como así también de los relevamientos necesarios (Secretaría General Naval, 2002, págs. 11-13).

La confección de las cartas náuticas se realiza bajo los estándares internacionales establecidos por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI)¹⁰, los cuales se fueron modificando con los años. Las normas sobre el cual se desarrollan las cartas INT están estipuladas en la publicación S-4 “Especificaciones Cartográficas de la OHI y Reglamento de la OHI para Cartas Internacionales (INT)” (S-66, 2010).

El objetivo de tener una norma internacional es el de mantener una coordinación entre las actividades de varios servicios hidrográficos nacionales, dar a las cartas y documentos náuticos una mayor uniformidad y adoptar las mejores técnicas para utilizar eficazmente los relevamientos hidrográficos.

El Convenio Internacional para la Salvaguarda de la Vida Humana en el Mar (SOLAS 1974), establece en su capítulo V las responsabilidades de los servicios hidrográficos en cuanto a recolección de datos hidrográficos y su disseminación a los navegantes (SOLAS, 2009).

Sanz Rodríguez (2008) declara que los servicios hidrográficos tienen bajo su responsabilidad las siguientes tareas:

- asegurar que los levantamientos hidrográficos sean, en lo posible, adecuados a los requerimientos de una navegación segura;
- preparar y editar cartas náuticas, derroteros, listas de faros, tablas de marea y otras publicaciones náuticas donde correspondiera, satisfaciendo las necesidades para una navegación segura;
- promulgar los avisos a los navegantes para mantener las cartas y publicaciones actualizadas;
- proveer sistemas de manejo de datos que sostengan esos servicios; asegurar la mayor uniformidad posible en las cartas y publicaciones náuticas y tomar en cuenta, cuando fuera posible, las resoluciones y recomendaciones internacionales relevantes (OHI);
- coordinar las actividades en el mayor grado posible para asegurar que la información náutica e hidrográfica esté disponible en escala mundial en forma oportuna, confiable e inequívoca. (págs. A9.6-A9.8)

De acuerdo con el SOLAS (2009), todos los barcos, independientes de su tamaño, deben llevar las cartas y publicaciones náuticas para planificar, representar visualmente la

¹⁰ En 1967, la Argentina se adhirió a la OHI por medio de la Ley 17.640.

derrota, trazar la derrota y poder verificar la situación para el viaje previsto (págs. 401-423).

Cabe aclarar que el Convenio Internacional para la Salvaguarda de la Vida Humana en el Mar, en su regla 19, acepta la utilización de un método de visualización de cartas electrónicas como reemplazo de las cartas náuticas en formato papel, debiendo contar los buques con un sistema de respaldo para la visualización de estas cartas electrónicas (SOLAS, 2009, págs. 298-299). Estos sistemas de representación gráfica son conocidos como ECDIS (Electronic Chart Display and Information System – por sus siglas en inglés) que no es más que un equipo electrónico capaz de representar en la pantalla de una computadora, la posición del buque superpuesta sobre una imagen de una carta (S-66, 2010).

Es necesario recalcar que, las cartas náuticas oficiales disponibles en el Sector Antártico Argentino, son limitadas en cuanto a su información batimétrica y los datos de mareas son escasos. Asimismo, muchos accidentes costeros están representados en líneas generales y los sondajes son dispersos y mucho más escasos en comparación con otras regiones del mundo (Vetere, 2016). Por lo tanto, al no poder confiar en la cartografía nacional disponible por su falta de practicidad y sus escalas, se recurre a cartas internacionales para comparación de información y elección de la mejor ruta de navegación (Facchin E. L., 2023).

1.4 El estado de la producción cartográfica nacional y los compromisos asumidos.

En la actualidad, en materia de cartografía náutica, Argentina produjo para la navegación en la Antártida un total de 36 cartas, las que se dividen en 6 electrónicas, 2 oceánicas, 3 de ruta y recalada, 11 costeras y 14 cuarterones (ver Anexo A).

Dentro de las cartas INT que el SHN se comprometió en producir, se encuentran las cartas 9100, 9101, 9111, 9115, 9120, 9140, 9142, 9153, 9154, 9156 y 9170 (Borjas, Parica, & Sanz Rodriguez, 2021, pág. 68).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
101 – 136 – 137 - 138 – 139	1957	5
H-771	1964	1
H-715 – H-717	1969	2
H-710	1977	1
H-601 - H-716	1981	2
H-711	1984	1
H-712	1986	1
121 – H-713 – H-714 – H-550 – H-714	1990	5
H-700 (INT 9170)	1997	1

H-724 (INT 9156)	2010	1
H-651 (INT 9142)	2012	1
H-791 (INT 9111)	2017	1
H-7 – H-733 (INT 9154) – H-734 (INT 9153)	2018	3
H-611 (INT 9140)	2019	1
H-757 (INT 9101)	2020	1
H-762 (INT 9120)	2021	1
H-60 - H-5	2022	2
Total		30

Tabla 1. Estado de Actualización de las Cartas Papel. No se incluyen las cartas electrónicas.

El estado de actualización de la cartografía náutica en papel se representa en la tabla 1. Los resultados indican que solo 9 cartas náuticas tienen una fecha de edición menor a los 10 años, mientras que las restantes 21 llegan hasta incluso 64 años. Las ediciones más antiguas corresponden al año 1957, siendo todas estas cuarterones (ver Anexo A). En la década de 2010 se editaron o reeditaron 8 cartas, siendo éste el período de mayor impresión cartográfica desde los años 50; es necesario aclarar que, en esos años se completó el mapeo cartográfico de todo el Sector Antártico Argentino. Desde el 1997 a la fecha, los esfuerzos de publicación de nuevas cartas fueron en aumento constante con la producción de 12 nuevas cartas náuticas, de las cuales 9 son INT, lo cual evidencia que el foco del esfuerzo estuvo centrado en la edición de cartas internacionales (ver Tabla 1).

Si se toma el ejemplo de la edición de la carta INT 9111, correspondiente a la Bahía Margarita, vemos que para poder efectuar el levantamiento hidrográfico de toda la superficie necesaria se necesitaron 5 campañas antárticas entre las de 1994/1995 hasta la campaña de 2000/2001, finalizando su edición recién en el año 2017 (Vetere, 2016). Es decir que el navegante dispone de una carta relativamente nueva, pero parte de los datos de la misma fueron levantados hace más de 25 años.

Es importante destacar que, una carta se compone de los levantamientos que se fueron realizando en distintos momentos, los cuales se obtuvieron con los mejores medios que se dispuso (Sanz Rodriguez, 2008). Por lo tanto, si se comparan los datos obtenidos en décadas pasadas con los actuales, estos serán de menor calidad ya que la tecnología utilizada no fue la misma y la precisión de la información aumentó.

Por otro lado, la calidad de la carta náutica está dada por los levantamientos hidrográficos y la compilación de los datos, es decir que, a mayor precisión de datos, mayores batimetrías, detalle de costas, peligros, mejor calidad tendrá la carta.

En cuanto a la cartografía náutica disponible, hay cartas en la Antártida, como la 101, 136, 137, 138 y 139 que aún no están preparadas para su uso con el sistema datum global WGS-84, que es el sistema más utilizado con el cual trabaja el GPS¹¹. Como resultado, y hasta que se termine el volcado de la totalidad de la cartografía existente al sistema geodésico WGS-84, se convive con distintos parámetros geodésicos que derivan en diferencias entre la posición geográfica real obtenida con el GPS y la que se coloca en la carta, pudiendo cometer errores, y estos errores provocar accidentes náuticos. (Derrotero Argentino Parte V, 2020, pág. 22)

Concretamente, las cartas náuticas que fueron confeccionadas sin sistema geodésico WGS – 84 no admiten ploteo directo de la posición obtenida por el GPS y en muchas de esas cartas no es posible efectuar una corrección (Palet G. , 2022).

Otro ejemplo es la carta INT 9140 correspondiente a la Isla Orcadas, donde se realizaron trabajos de levantamiento hidrográfico entre las campañas del 2001 al 2016, inclusive, finalizando su edición recién en el año 2019.

Actualmente quedan pendientes de edición las cartas INT 9115 y 9100¹², de lo que se deduce que el esfuerzo cartográfico nacional se encuentra orientado en cumplir con los compromisos internacionales asumidos. (Borjas, Parica, & Sanz Rodriguez, 2021, pág. 69)

Del informe del año 2019 entregado por el SHN a la OHI, se destaca el esfuerzo por alcanzar las metas previstas en cumplir con la edición de las 11 cartas náuticas internacionales a las cuales se había comprometido, donde se refleja un avance del 30 % en el relevamiento de campo correspondiente a la carta INT 9115 de Isla Dundee. Otro dato que se destaca es la aseveración de la complejidad para efectuar los relevamientos necesarios en la zona de Isla Marambio para la edición de la carta INT 9100, por la presencia de hielos, quedando la misma pendiente de su ejecución (Tareas del Servicio de Hidrografía naval en el Continente Antártico, 2019).

¹¹ El WGS84 es uno de los Datum posibles. Existen GPS que admiten hasta 10 Datum pudiendo ponerse ese dato y obtener la posición directamente sin necesidad de realizar una conversión.

¹² La carta INT 9100 corresponde a la Isla Marambio. La carta INT 9115 corresponde al Estrecho Active.

1.5 La cartografía Antártica Internacional.

Para una mejor comprensión de la situación cartográfica internacional producida por los distintos servicios hidrográficos en el Sector Antártico Argentino, la información fue volcada en tablas.

En la Tabla 2, se puede observar que, de las 28 cartas papel producidas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), solo 7 tienen una actualización menor a los 10 años y que las restantes 21 cartas fueron editadas con más de 15 años, algunas incluso datan de 1958. También se puede observar que el foco del esfuerzo estuvo centrado en actualizar las cartas internacionales como es el caso de las cartas INT 9135, 9134, 9103, 9155, 9104 y 9102.

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
14232	1958	1
15500	1963	1
580	1968	1
14210 – 15215 – 15400 - 16411	1969	4
590	1971	1
15000	1972	1
15300	1974	1
14230 - 14233	1975	2
1400 - 14311	1994	2
14231 (INT 9122) - 16000	1998	2
14313	1999	1
14211 (INT 9123) – 14212 (INT 9124) - 14330	2007	3
14220	2012	1
15352 (INT 9135)	2013	1
15351 (INT 9134)	2015	1
15340 (INT 9103)	2017	1
14400 (INT 9155) – 15350 (INT 9104)	2019	2
14213 - 14511 (INT 9102)	2021	2
Total		28

Tabla 2. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Chile.

Cabe destacar que, además de las cartas a papel, el SHOA produjo 15 celdas ENC correspondiente a 10 cartas náuticas entre las cuales 4 son internacionales (ver Anexo C).

Merece la pena subrayar que, de los compromisos asumidos, queda pendiente la edición de las cartas INT 9108, 9110 9157, 9162, 9161, 9164, 9151 y 9152, siendo estas dos últimas un trabajo en forma conjunta con Brasil (OHI, 2011, pág. 20). Las cartas pendientes se encuentran reflejadas en la figura 7.



Figura 7. Cartas INT pendiente de edición (17° conferencia de la HCA, 2021).

La producción de cartas náuticas antárticas realizadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV) de Perú se representa en la tabla 3. Como se ve, esta carta también corresponde al sistema de cartas internacionales y la misma fue confeccionada en forma conjunta con Brasil (OHI, 2011, págs. 24-25). Esto marca la participación y decisión del Perú por los estudios hidrográficos en el continente Antártico (HIDRONAV-5016, 2020, pág. 41).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
7113 (INT 9125)	2021	1
Total		1

Tabla 3. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Perú.

El caso de la producción cartográfica por parte del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada de Ecuador (INOCAR), se ve representado en la Tabla 4, donde se puede apreciar que hasta la fecha editaron 1 carta, la que corresponde al sistema de cartas INT (INOCAR, 2023). Por otro lado, y de reciente edición, INOCAR produjo una carta electrónica (ver Anexo D).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
70001 (INT 9129)	2018	1
Total		1

Tabla 4. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Ecuador.

En cuanto a Brasil, la Directoria de Hidrografia e Navegação (DHN) ha producido 6 cartas papel y 5 cartas electrónicas en la Antártida (ver Anexo I).

El estado de actualización de las cartas producidas por la DHN está representado en la tabla 5 en donde se aprecia que, en los últimos 10 años, el foco del esfuerzo estuvo orientado a la actualización de las cartas INT como es el caso de las cartas 9125, 9126

y 9127. Del mismo modo, se observa que mantienen una carta editada en el año 1994, es decir que los relevamientos tienen una antigüedad de por lo menos 18 años.

Dentro de los compromisos asumidos por Brasil, quedan pendiente de edición las cartas INT 9151 y 9152 representados en la figura 16 (OHI, 2021).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
25122	1994	1
25115	2005	1
25110 (INT 9150)	2009	2
25119 (INT 9127) – 25120 (INT 9126)	2013	1
25121 (INT 9125)	2016	1
Total		6

Tabla 5. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Brasil.

El Instituto Hidrográfico del Reino Unido (UKHO)¹³, lleva producidas 41 cartas en papel y 32 celdas correspondientes a las cartas ENC (ver Anexo H). El estado de actualización de las cartas náuticas del UKHO se presenta en la tabla 6. Como muestra en la tabla, en los últimos 10 años se produjeron 25 cartas de las cuales 19 forman parte del sistema de cartas INT. Por otro lado, la edición más antigua data de 1973.

De igual forma, dicho organismo debe finalizar la elaboración de las cartas INT 9112 (Plan 7 y Plan 10), 9113 (Plan A y Plan B) y la carta INT 9130 (Plan X y Plan Y) (OHI, 2022).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
3213	1973	1
3560 - 3566	1988	2
1776	1991	1
1774	1994	1
3577	1995	1
3575 (INT 9106)	1996	1
1775	1997	1
3462 (INT 9109)	1999	1
1740	2004	1
446 (INT 9158)	2003	1
3629 (INT 9061)	2005	1
1741 – 1779 (INT 9141)	2006	2
449	2008	1
2974 (9163) - 225 (INT 9154) - 227 (INT 9153)	2012	3
445 (INT 9118) - 448 (INT 9107) - 451 (INT 9132)	2015	3
450 (INT 9131) – 3463 (INT 9117)	2017	2
447 (INT 9159) -2975 (INT 9160) - 3206 (INT 9165)	2018	3
3207 (INT 9166) – 3208 (INT 9114)	2019	2
3200 - 4212- 4213 – 4906 (INT 906) - 4907 (INT 907) - 3572 (INT 9171) - 3571 - 3579 (INT 908) - 3205 - 3209 (INT 9130) - 3210 (9112) - 4024	2020	12

¹³ Las siglas en ingles corresponden a United Kingdom Hydrographic Office.

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

226	2022	1
Total		41

Tabla 6. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por el Reino Unido.

Para el caso de los Estados Unidos, existe la particularidad de tener dos agencias productoras de cartografía náutica como es el caso de la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) y la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). A las 23 cartas en formato papel, editadas en la región de estudio, se suman 2 cartas ENC (ver Anexo F).

Del análisis de la tabla 7 se obtiene que, las ediciones más recientes corresponden a las cartas del sistema INT, cumpliendo de esta manera con los compromisos asumidos previstos por la NOAA.

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
29720	1957	1
29025 - 29180	1961	2
29124 - 29125	1967	2
29030	1975	1
29005	1976	1
29002	1981	1
29741	1982	1
29106 - 29107	1984	2
29781	1985	1
29141	1988	1
29142	1996	1
29127 – 29101 – 29104 – 29105 – 29121 – 29122 - 29128	1997	7
29123 (INT 9105)	2011	1
29742 (INT 9062)	2012	1
Total		23

Tabla 7. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por los Estados Unidos.

El estado actual de las cartas producidas por el Servicio Hidrográfico de la Marina de la Federación Rusa, se representa en la tabla 8. Se observa que en la década de 1980 se elaboraron 17 cartas, mientras que en la década de 1990 la producción alcanzó las 15 cartas; los 2 restantes se alcanzaron en la década de 2000. Por otro lado, con la actualización de la carta INT 9060, la Federación Rusa dio cumplimiento al plan de cartas INT bajo su responsabilidad (HCA9-07.4AI, 2009, págs. 8-11).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
31148 – 31567 – 55992 - 58992	1985	4
31149 – 31150 – 51094 - 51093	1986	4
31143 – 31144 – 31145 - 31146	1987	4
31142 - 31565	1988	2
38903 – 33900 - 30157	1989	3
31140	1990	1
32902 – 32903 - 52952	1991	3
51099	1992	1
30156 – 50125 - 55990	1993	3

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

32905	1994	1
30055	1995	2
55991 - 30131	1996	2
38902	1997	1
51098 (INT 9172)	1999	1
31147 (INT 9060) - 35902	2000	2
Total		34

Tabla 8. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por la Federación Rusa.

Alemania lleva editadas 3 cartas náuticas papel y 1 electrónica, las que también corresponden al sistema de cartas INT (ver Anexo J). En la tabla 9 vemos que dos de esas cartas fueron confeccionadas hace más de 10 años.

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
1701 (INT 9055) – 1702 (INT 9057)	2009	2
1700 (INT 905)	2017	1
Total		3

Tabla 9. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Alemania.

De la serie de cartas náuticas producidas por el Servicio de Hidrografía y Oceanografía frases (SHOM), solo 2 de ellas se encuentran dentro de la zona delimitada en la investigación y son representadas en la tabla 10. Conviene especificar que, ambas cartas fueron reproducidas por Gran Bretaña¹⁴ (OHI, 2011, pág. 16). En la actualidad, el esfuerzo cartográfico antártico del SHOM está centrado en otra región del continente (HCA-18, 2022).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
7363 - 7364	1994	2
Total		2

Tabla 9. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Francia.

La actualización de la situación cartográfica antártica correspondiente al Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) está representado en la tabla 11. Además de las 5 cartas en papel, el IHM desarrolló 5 ENC que abarcan las áreas correspondientes a las cartas editadas (Armada Española, 2023). Como se ve, existe un esfuerzo marcado por cumplir con la actualización de la cartografía internacional. Cabe aclarar que España debe completar las cartas INT 9136 y 9137¹⁵ como se muestra en la figura 7 (OHI, 2021).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
011 ANT	1991	1
7002 (INT 9119)	2016	1

¹⁴ La carta 7363 fue reproducida en la carta 4212. La carta 7364 fue reproducida en la carta 4213.

¹⁵ La carta INT 9136 abarca de Punta Botev a punta MKean. La carta INT 9137 abarca el Estrecho de MacFarlane.

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

7001 (INT 9128)	2017	1
7003	2018	1
700A (9121)	2019	1
Total		5

Tabla 10. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por España.

El Servicio Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada uruguaya (SOHMA) reeditó recientemente la única carta producida en aguas antárticas, sumándose a la lista de países que realizan relevamientos hidrográficos en el continente antártico (SOHMA, 2023).

N° Carta	Fecha ED	Cantidad
1111	2022	1
Total		1

Tabla 11. Estado de Actualización de las Cartas Papel Producidas por Uruguay.

Además de los servicios hidrográficos antes mencionados, la Dirección General Marítima (DIMAR) dependiente de la Armada de Colombia, trabaja en el levantamiento de los datos hidrográficos para la confección de la carta INT 9157 en un área de 170 km², lo que significa la participación de Colombia en la cartografía antártica y en el sistema de cartas internacionales (HCA-16, 2019).

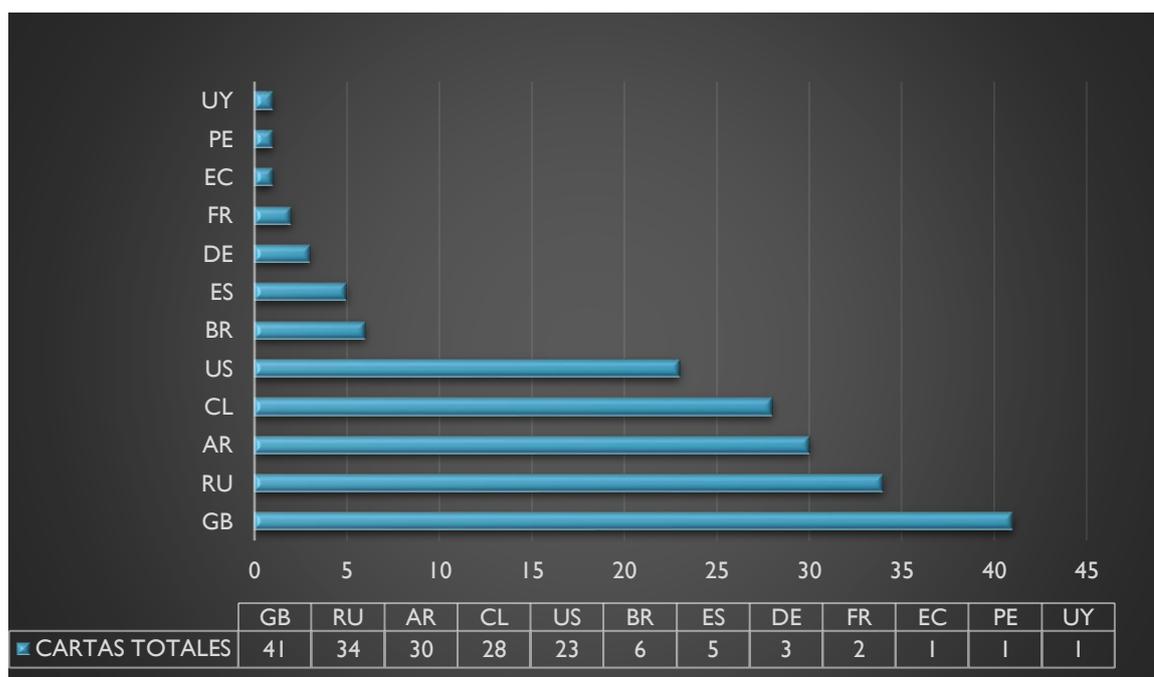


Figura 8. Total de Cartas Náuticas Editadas por País.

En la figura 8 se observa la cantidad de cartas náuticas en formato papel editadas por cada país. El Reino Unido, la Federación Rusa y Argentina son los países que mayor cantidad de cartas tienen en la región, mientras que Perú, Ecuador y Uruguay son los de

menor participación. Por lo tanto, el navegante dispone de 175 cartas náuticas para realizar una travesía por aguas antárticas y es de suponer que, combinando las cartas de los 3 principales productores, podría contar con un completo esquema cartográfico.

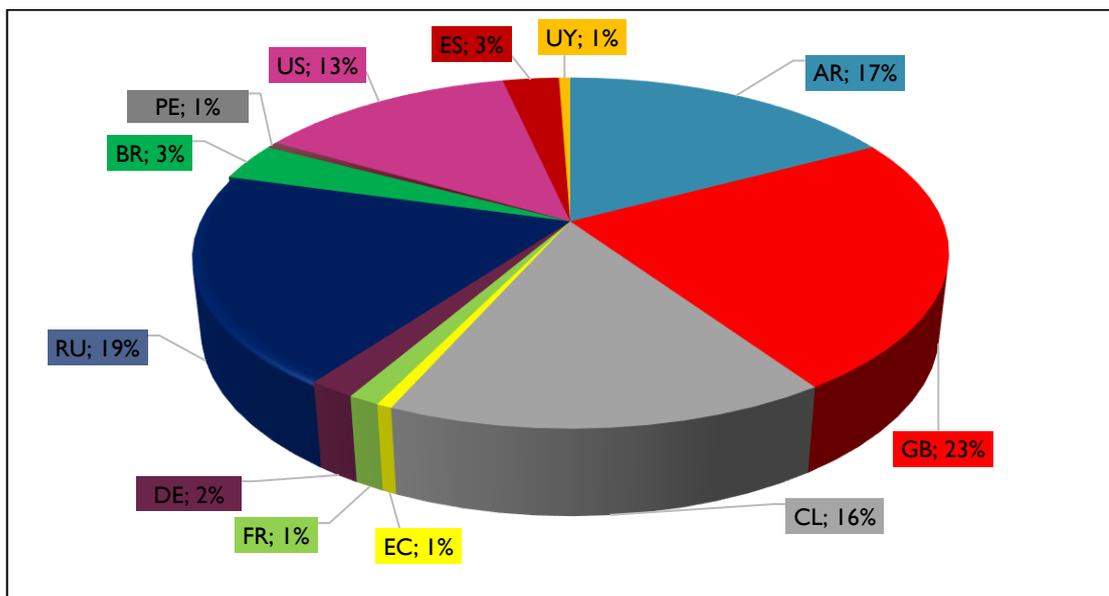


Figura 9. Porcentajes de Cartas Náuticas Editadas por Países.

Del análisis de la figura 9 obtenemos el porcentaje que representa la producción de cartas náuticas de cada país en la Antártida. Las cartas producidas por el Reino Unido representan el 23% del total de cartas disponibles, mientras que las cartas elaboradas por la Federación Rusa y Argentina equivalen al 19% y 17% respectivamente. En líneas generales, Argentina tiene una importante participación en los relevamientos hidrográficos y en la producción de cartografía náutica en la Antártida.

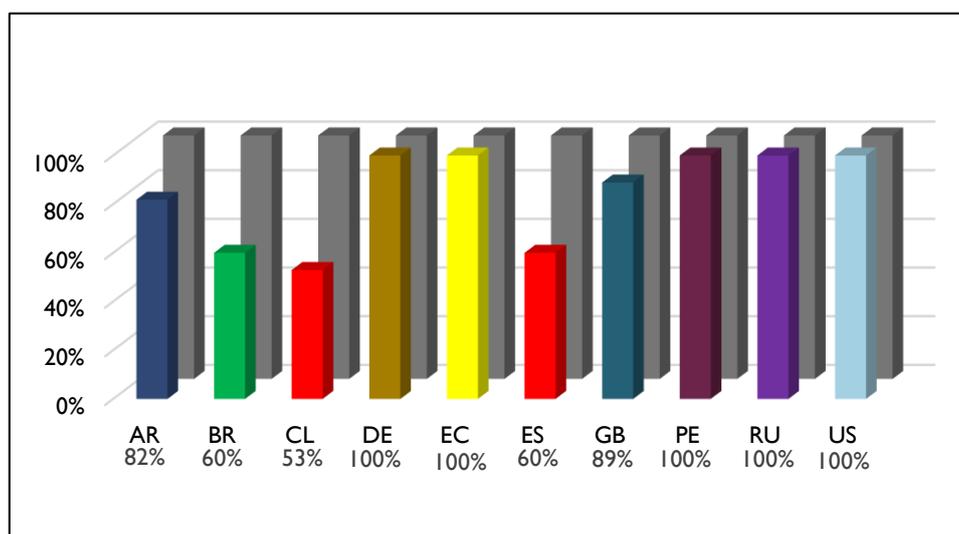


Figura 10. Comparación de la Edición de Cartas INT.

La figura 10 obedece a la comparación del estado actual sobre los compromisos asumidos entre los países productores de cartas náuticas internacionales. Se observa que Alemania, Ecuador, Perú, Rusia y Estados Unidos alcanzaron las metas previstas, mientras que el Reino Unido (89%), Argentina (82%), Brasil (60%), España (60%) y Chile (53%), aún deben completar los trabajos de relevamientos y edición de cartas.

En resumen, desde la creación de la HCA, los esfuerzos cartográficos argentinos en la Antártida estuvieron enfocados a los compromisos asumidos. Del mismo modo, los países productores de cartografía náutica en el Sector Antártico Argentino, hicieron énfasis en alcanzar las metas previstas en las cartas INT. Del mismo modo se identifican el compromiso de elaboración de un total de 11 cartas náuticas INT, de las cuales quedan pendiente de finalización las cartas INT 9100 y 9115, correspondientes a la Isla Marambio y al Estrecho Active; dicho de otra forma, Argentina ha cumplido con el 82% de las metas previstas. Por otro lado, las cartas de las Islas Orcadas y Bahía Margarita dan muestras claras de los tiempos y esfuerzos que demanda los trabajos de relevamientos hidrográficos desde la colección de los datos en el campo hasta su edición.

CAPÍTULO 2: LA CARTOGRAFÍA Y LAS VARIABLES QUE AFECTAN A LOS RELEVAMIENTOS EN LA ANTÁRTIDA

En este capítulo se identifican las principales variables que inciden en la elaboración y actualización de las cartas náuticas, desde el punto de vista de la meteorología y la planificación. Paralelamente, se analizan las implicancias en las demoras a los compromisos asumidos.

En tal sentido, este capítulo aborda el objetivo de describir las problemáticas para efectuar los relevamientos hidrográficos necesarios en el Sector Antártico Argentino.

2.1 Variables que afectan a los levamientos hidrográficos

En este punto se analizan como variables de interés los factores climáticos, el hielo y la planificación de las actividades, por considerar que afectan directamente al tiempo disponible para la realización de las mediciones hidrográficas en el continente antártico. Estas variables son analizadas desde la perspectiva de las tareas que realiza el personal del SHN en el Sector Antártico Argentino.

Sin embargo, pueden existir otras variables como es el caso del aumento de la temperatura y su incidencia en la variación de los glaciares y sobre las barreras de hielo fijo, el cual no será motivo de investigación de este trabajo y podrá ser abordado en futuras investigaciones.

2.1.1 Factores climáticos

Las peculiaridades meteorológicas hacen de la Antártida un lugar inhóspito y a la vez peligroso para realizar mediciones hidrográficas. La temperatura, incluso en verano, es de clima frío, con valores que normalmente no suelen superar los 0°centígrados (Sisti, 2015, pág. 18).

La exposición al frío, además de la incomodidad que puede ocasionar, afecta a las tareas manuales por el congelamiento de las áreas expuestas de la cara y las orejas, como también los dedos de las manos y los pies (Amaya, 2021, pág. 18). En ese mismo contexto, el denominado viento frío¹⁶, produce en la piel un cambio en la velocidad de la

¹⁶ Viento frío es la sensación de la temperatura del aire en la piel expuesta, que siempre es más baja que la temperatura real del aire.

perdida de calor. La prolongada exposición, sin el adecuado equipamiento, puede ser peligrosa para la vida.

La ceguera de la nieve¹⁷, es otra de las afectaciones que pueden sufrir las personas que realizan trabajos a la intemperie y requieren del uso de equipamiento espacial para evitar daños permanentes (Captain Snider, 2018, págs. 53-57).

En adición a lo antes expresado, el Código Polar atribuye a las bajas temperaturas como un causal del peligro dado que afecta al entorno de trabajo y al rendimiento del ser humano, las tareas de mantenimiento y preparación para las emergencias, las propiedades de los materiales y a la eficacia de los equipos usados (OMI, 2015, pág. 8).

Por otra parte, la visibilidad reducida se presenta en forma repentina y prolongada, en la mayoría de los casos es causada por precipitaciones níveas. Esta barrera blanca que se forma impide la visión lejana y cercana, siendo peligrosa para el navegante y para efectuar tareas de relevamientos hidrográficos.

Además, el viento tiene injerencia directa sobre el estado de mar, de tal forma que la altura de ola dependerá en gran medida de las intensidades reinantes. Ahora bien, al considerar un valor medio de la intensidad de viento en la Antártida¹⁸, el estado de mar puede alcanzar olas entre 2,5 y 3,5 metros (Faccini, 2008, págs. 7.3-7.5).

El estado de mar y el mar de fondo, limitan las operaciones con los botes neumáticos y los parámetros de funcionamiento de los equipos (Uremovich, 2022). Por consiguiente, el estado de mar no siempre es el propicio para trabajar desde embarcaciones menores para realizar mediciones y tomar registros batimétricos con equipos manuales (Amaya, 2021, pág. 18).

Todas las tareas se realizan en una región donde las condiciones meteorológicas son muy variables y adversas, con la posibilidad de que se produzca una escalada de sucesos que puedan afectar directamente sobre los equipos y el personal que los opera.

¹⁷ Esta ocurre cuando los ojos están expuestos a excesiva luz ultravioleta, en forma directa o reflejada en el hielo o en la nieve.

¹⁸ El valor medio registrado se encuentra entre los 17 y 27 nudos.

2.1.2 Factor hielo

El hielo marino proviene del congelamiento del agua de mar con temperaturas menores de -1.9 C y salinidad del 35 %, mientras que los témpanos son desprendimientos de hielos continentales, en general glaciares y/o barreras de hielo (Lorenzo & Picasso, 2008).

Los hielos de origen terrestres que conforman las barreras de hielo, bordean el 44% de la línea de costera antártica. Los frentes de las barreras presentan cortes verticales en forma acantilada, los cuales oscilan entre los 2 y 50 metros sobre el nivel de mar. El espesor aumenta desde los 200 metros y superan los 1500 metros. Los desprendimientos de hielo están en el orden de los 1000 y 2000 km³ anuales, correspondiendo en mayor parte a los denominados témpanos (Skvarca, 2008).

En la región antártica y subantártica, los mares se encuentran cubiertos por extensas áreas de hielo marino y trozos de hielo de origen terrestre de diferentes tamaños. Algunos pueden estar varados en zonas de menor profundidad, otros derivando dentro de un campo de hielo marino o en aguas libres, pero se encuentran presentes durante todo el año. Los efectos de mareas, corrientes y fundamentalmente el viento, inciden en el movimiento de estas masas de hielo. El verano resulta ser la estación con menor presencia de hielo, en efecto, existen sectores que permanecen libres de hielo toda la estación (Amaya, 2021, pág. 19).

El hielo marino apenas emerge algunos metros sobre la superficie del agua, mientras que los témpanos pueden sobresalir entre 20 y 25 metros o incluso 100 metros. Con visibilidad reducida, el avistaje del hielo puede ser dificultoso, incluso los de gran tamaño (Hermelo R. A., 2008, pág. 15.2).

La constante evolución de las barreras de hielos sufridas durante los últimos años ha alterado los contornos de costas relevadas, en un efecto de retroceso hacia tierra presentando deformaciones con desprendimientos acelerados de los frentes de glaciares dejando grandes témpanos, algunos de los cuales están a la deriva y otros varados, perturbando la circulación general del hielo marino afectando la navegación en épocas favorables, con gran concentración de hielo viejo, témpanitos y hielo marino de formación muy reciente afectado por los movimientos de marea (H-205, 2020, pág. 12).



Figura 11. La presencia de hielo en cercanías a la costa. Imágenes tomadas durante la CAV 2022/23.

En la figura 11 izquierda, se observa como el hielo dificulta la operación con embarcaciones menores; a la derecha, impide el acceso a la playa desde el mar¹⁹. En sectores donde los trabajos de relevamientos deben hacerse desde embarcaciones menores, el hielo constituye un obstáculo, dificultando y hasta imposibilitando en muchas oportunidades las tareas programadas.

El hielo marino y los témpanos representan un peligro para los buques y las embarcaciones por su extrema dureza, tamaño y los efectos de presión que un campo de hielo puede ejercer sobre las naves. Además, constituyen la principal amenaza para la navegación por la Antártida y su presencia puede implicar modificaciones en las rutas previstas y en los fondeaderos (Hermelo R. A., 2008, pág. 15.3).

Un claro ejemplo de la afectación del hielo es lo ocurrido en la campaña antártica 2021/2022, donde parte del instrumental empleado para los levantamientos en el terreno, sufrió averías producto del campo del hielo en la zona de operación; lo que significó la suspensión de las actividades (Informe de Campaña, 2022).

¹⁹ La imagen de la izquierda corresponde a la Caleta Potter, mientras que la imagen de la derecha fue tomada en la Base Petrel.

2.1.3 Factor Planificación de las Actividades

Todas las actividades hidrográficas nacionales previstas para la temporada estival, son diagramadas por el SHN, en concordancia con las actividades científicas y logísticas que forman parte del Plan Anual Antártico (Amaya, 2021, pág. 19).

El Plan Anual Antártico Científico, Técnico y de Servicios (PAA) es el documento donde se plasma toda la actividad de investigación científico técnica a desarrollar en el continente, el cual es emitido por la Dirección Nacional del Antártico (DNA)²⁰ y refrendado por el Canciller. Todas las actividades se planifican “tendientes a lograr un completo conocimiento de la naturaleza antártica, especialmente de las áreas relacionadas con las prioridades del país, promoviendo la conservación y preservación de los recursos pesqueros y minerales, protección del medio ambiente, la integración latinoamericana en el quehacer antártico y la prestación de servicios”. (Plan Anual Antartico, 2012, pág. 4)

Con el fin de coordinar mejor las actividades, la DNA recibe detalles de las actividades planificadas de todas las instituciones que realizaran investigaciones y trabajos específicos en la Antártida, analizando la congruencia y homogeneidad necesarias para ser consideradas dentro del plan.

Para una mejor comprensión sobre los PAA, se elaboró una tabla donde se puede apreciar, en detalle, las actividades planificadas relacionadas a los trabajos de relevamientos hidrográficos en la Antártida (ver Anexo M).

Del análisis de los planes antárticos sobre las actividades específicas previstas en relación a la toma de mediciones para confección y actualizaciones de cartas náuticas (ver tabla 23 en Anexo N), se identifica que para la campaña 2017-2018, se contó con el Rompehielos ARA Almirante Irizar, con la misión principal de la logística de las bases y el transporte del personal, el buque Transporte ARA Canal Beagle, también dedicado a funciones logísticas y el Aviso ARA Estrecho de San Carlos con una variada cantidad de actividades en las que se incluía el traslado de personal para efectuar tareas de relevamiento hidrográfico. El plan de trabajo estuvo dividido en 4 partes, planificando el embarque de una persona en un buque para efectuar tareas de relevamientos, según el itinerario del barco. En la segunda actividad se planificaron 45 días en zona Guardia

²⁰ La DNA fue creada el 1 de enero de 1970 por medio de la Ley 18.513. Es el organismo encargado del planeamiento, programación, dirección y control de la actividad antártica argentina.

Nacional y Caleta Potter, con el traslado de 8 personas y el apoyo de la Base Carlini y de un buque a designar. En la tercera actividad se planificaron 35 días de trabajos en zona Islas Orcadas, se emplearon 12 personas, requiriendo del apoyo de un buque para efectuar las actividades. Finalmente, para la cuarta actividad se planificaron 30 días de trabajos en la Isla Dundee con el apoyo de un buque para el traslado y alojamiento de 6 personas.

En la campaña 2018-2019, se volvió a contar con el Rompehielos ARA Almirante Irizar, con las mismas tareas logística que la campaña anterior y con el Aviso ARA Bahía Agradable, en reemplazo del Aviso Estrecho de San Carlos. En esta campaña el plan de tareas estuvo dividido en tres partes, inicialmente planificado 30 días de operación en zona Caleta Potter y Bahía Guardia Nacional, empleando 8 personas y requiriendo el apoyo de la Base Carlini y de un bote. Para la segunda actividad, se planificó 35 días de trabajos en Isla Orcadas, con el empleo de 12 personas y requiriendo el traslado a la zona, alojamiento y apoyo de un bote. Para la tercera actividad se planificó 15 días de trabajo en zona Base Petrel, requiriendo el traslado, alojamiento para 2 personas.

Para la campaña 2019-2020, el esfuerzo de las actividades hidrográficas estuvo planificado en dos actividades principales de 90 días cada una. La primera en la zona de la Isla Dundee, Estrecho Active e Isla Marambio, para la cual se requería el traslado y alojamiento para 7 personas, el apoyo de la Base Petrel y de la Base Marambio, como así también el sobrevuelo en helicóptero y bote neumático. Para la última actividad también se requería el Traslado y el alojamiento para 7 personas, el apoyo de Base Brown, la Base Cámara y el sobrevuelo en helicóptero más un bote neumático. Esta actividad sería realizada en la zona de Bahía Paraíso e Isla Media Luna.

De las instrucciones hidrográficas emitidas por el SHN para la CAV 2020-21, se destaca que, dentro de las actividades previstas por ese organismo, se contemplaba 40 días de operaciones en tareas de batimetría en la Isla Dundee para confeccionar la carta internacional INT 9115. Además, estaba previsto tareas de oportunidad en Puerto Paraíso para actualizar la carta H – 714, como así también en la Isla Media Luna para lo propio con la carta 138. El otro esfuerzo principal planeado fue en la Isla Marambio, con relevamientos batimétricos para la confección de la carta INT 9100 (Instrucciones Hidrográficas, 2020).

Finalmente, en la campaña 2021-2022, los objetivos propuestos se centraron en trabajos en zona Base Petrel y Base Marambio, con la intervención de 10 personas en cada grupo de trabajo, apoyo de un buque en las respectivas áreas y el empleo de un bote neumático para los levantamientos. Hay que destacar que la previsión contemplaba 120 días de operación en cada una de las áreas.

A pesar de lo que se puede describir como ambiciosos planes de trabajos de relevamientos cartográficos, la ejecución de los mismos solo se efectuó en bajos porcentajes. En un informe final de campaña del año 2018 correspondiente a los trabajos realizados en la zona de Caleta Potter, se puede apreciar que el tiempo disponible para efectuar los relevamientos se limitó a sólo 1 hora, logrando barrer un área de 0,21 Mn por 0,84 Mn (Informe de Campaña, 2018).

En otro informe del 2019 en cercanías a la Base Marambio, se observa que se dispuso de 45 minutos para levantamientos hidrográficos. En esta oportunidad se logró barrer un área de 1,2 Mn por 0,8 Mn (Informe de Campaña, 2019).

La campaña hidrográfica llevada a cabo durante la CAV 2020/21, contó con la particularidad de efectuar la operación desde la Base Esperanza. En esta oportunidad se emplearon 11 días de trabajo en la Bahía Esperanza y 2 días en la Bahía Media Luna (SHN, 2021).

En el informe correspondiente a los trabajos de levantamientos realizados en la Campaña Antártica 2021/22, se observa que, de los 40 días de operación en las proximidades de la Base Petrel, solo se cumplieron 8 días, lo que implica que se pudo concretar un 18 % de la superficie total a relevar. También se destaca que, las condiciones hidrometeorológicas, las averías en el material de medición y la limitación del tiempo del buque en la zona de operaciones, incidió directamente en la superficie barrida y la cantidad de datos obtenidos (Informe de Campaña, 2022).

Cosa distinta es lo ocurrido durante la CAV 2022/23 donde la planificación original estimaba 3 días de operaciones en la zona de la Base Petrel. El personal sólo dispuso de 1 día de trabajo, pudiendo completar la totalidad de las tareas, favorecido por las condiciones meteorológicas. Como se mencionó anteriormente, estas no son situaciones habituales, por lo que no se llega a completar los relevamientos planificados (Bravo, 2023).

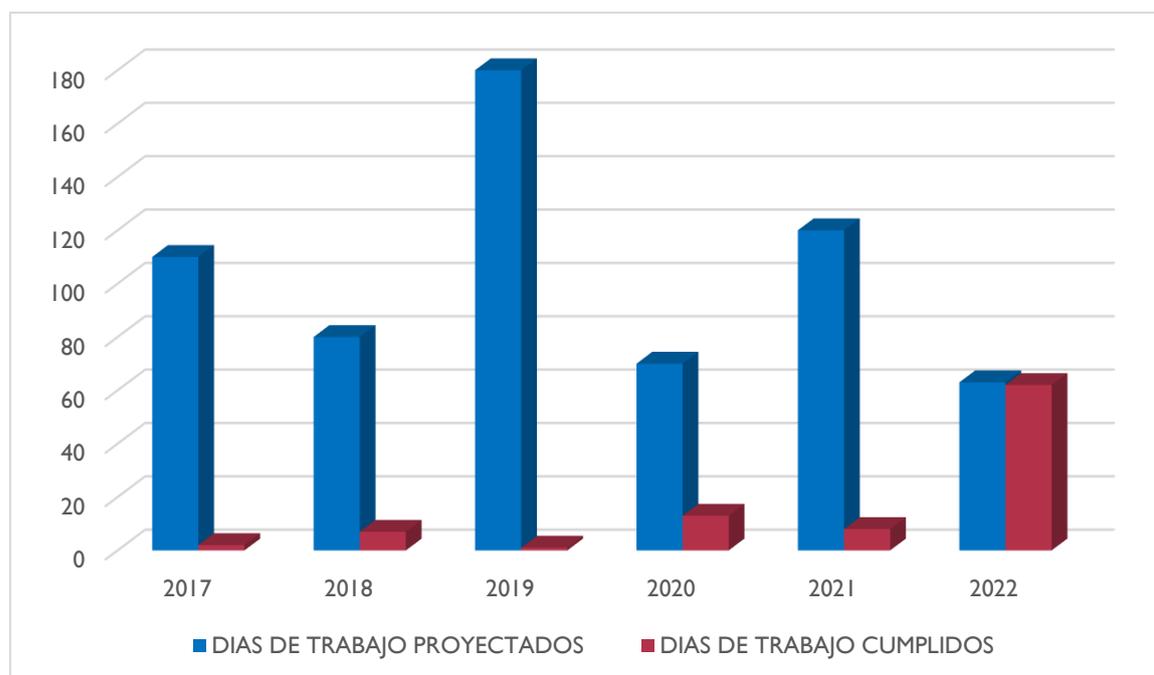


Figura 12. Comparación de días de trabajo proyectados y cumplidos.

Merece la pena agregar que, para la última campaña antártica, se conformaron dos grupos de trabajo, una comisión oceanográfica con operación desde la Base Petrel y proyectado 60 días de trabajo. Por otro lado, se conformó otra comisión hidrográfica, con apoyo desde un buque tipo aviso, previsto operar 3 días de relevamientos en zona rada Petrel y apoyada desde tierra por la comisión antes mencionada (SHN, 2022).

En la figura 12 se observa los días de trabajo proyectados en diferentes CAV y los días cumplidos. Se puede apreciar que entre los años 2017 y 2021, los días de trabajo estuvieron muy por debajo de la planificación.

Para Facchin²¹,

los buques ARA que navegan las aguas no tienen como prioridad efectuar relevamientos y en la planificación sólo se consigna “de ocasión” lo cual, inexorablemente, significa que jamás se lleva adelante un trabajo hidrográfico (2023).

Además, el experto sostiene que, aun contando con buques capaces de efectuar relevamientos, estos van a enfrentar otras prioridades en actividades de otras áreas de la ciencia como la biología o geología.

²¹ Facchin es un oficial retirado de la Armada Argentina. En su expensa trayectoria se destaca la participación en varias campañas antárticas, como Comandante del Comando Conjunto Antártico y como Comandante del Rompehielos ARA “Almirante Irizar”. Trabajó durante varios años como asesor de la Antártida en el SHN y se desempeñó como asesor de hielos en las últimas CAV.

Sumado a lo antes mencionado, excepcionalmente se cuenta a bordo con personal y equipos para efectuar relevamientos hidrográficos. “Cuando se realizan tareas logísticas, el buque permanece varios días en una zona y si la situación meteorológica es adecuada, se podrían llevar adelante tareas hidrográficas, proyectando botes con personal idóneo, equipos y el instrumental adecuado” (Facchin E. L., 2023).

2.2 Implicancias en las demoras a los acuerdos asumidos

Es preciso tener presente que, Argentina debe completar la producción de 2 cartas náuticas internacionales, la carta INT 9100 y la carta INT 9115, dentro de los acuerdos asumidos (ver 1.4 El estado de la producción cartográfica nacional y los compromisos asumidos)

Conviene recordar que, las tareas de levantamiento hidrográfico y la cartografía náutica son actividades especiales, que son llevadas a cabo por los Servicios Hidrográficos nacionales para satisfacer sus obligaciones hidrográficas (M-2, 2016, pág. 39).

En lo que respecta a las obligaciones internacionales en el marco del Derecho Internacional en materia de Tratados, el suministro de los servicios hidrográficos es una obligación de los Gobiernos Contratantes (M-2, 2016, pág. 11).

La regla 9 del Capítulo V del Convenio SOLAS (2009) especifica:

1. Los Gobiernos Contratantes se obligan a disponer lo necesario para recopilar y compilar datos hidrográficos y publicar, distribuir y mantener actualizada toda la información náutica necesaria para la seguridad de la navegación.
2. En particular, los Gobiernos Contratantes se obligan a colaborar para prestar, en la medida de lo posible, y como mejor convenga, a los fines de ayuda a la navegación, los servicios náuticos e hidrográficos que se indican a continuación:
 - 2.1. garantizar que, en la medida de lo posible, los levantamientos hidrográficos se realicen conforme a las necesidades de una navegación segura;
 - 2.2. elaborar y publicar cartas náuticas, derroteros, cuadernos de faros, tablas de mareas y otras publicaciones náuticas, según proceda, que satisfagan las necesidades de una navegación segura;
 - 2.3. difundir avisos a los navegantes a fin de que las cartas y publicaciones náuticas se mantengan actualizadas en la medida de lo posible; y
 - 2.4. proporcionar medios de gestión de datos que sirvan de apoyo a estos servicios.
3. Los Gobiernos Contratantes se obligan a establecer la mayor uniformidad posible en las cartas y publicaciones náuticas y a tener en cuenta, siempre

que sea posible, las resoluciones y recomendaciones de carácter internacional ²².

4. Los Gobiernos Contratantes se obligan a coordinar sus actividades en la mayor medida posible, a fin de que la información náutica e hidrográfica esté disponible en todo el mundo de la forma más rápida, fiable e inequívoca posible. (pág. 291)

En lo que respecta a la responsabilidad, la OHI (2016) expresa:

Independientemente de si un Servicio Hidrográfico es una actividad totalmente administrada por el gobierno o bien una que depende de acuerdos bilaterales o de ciertos niveles de apoyo contratado externamente, el gobierno nacional será considerado siempre responsable de los resultados de los servicios proporcionados. (pág. 39)

En la opinión de Facchin (2023),

la demora en el cumplimiento de los compromisos asumidos, que a la fecha llevan muchos años de retraso, no daña solamente el prestigio que la Argentina se ganó en la cuestión antártica, hoy tal vez relegada a la intrascendencia, sino que podría llegar a que se decida que otros asuman nuestras responsabilidades marginándonos de la centralidad que se ostentaba, con justicia a nuestra trayectoria.

En resumen, los factores climáticos, la presencia de hielo y la planificación de las actividades de relevamiento hidrográfico son variables que afectan directamente la obtención de datos. Asimismo, se evidencia una gran variación entre los tiempos planificados de operación en las tareas de relevamientos con respecto a las que se logran ejecutar. Se observa que no se dispone del tiempo necesario para completar los relevamientos programados, siendo estos postergados o anulados por las actividades logísticas de los buques empleados. Del mismo modo, no fue hasta la Campaña Antártica de Verano del año 2022/2023 que se logró cumplir, en gran medida, con las actividades de campo programadas, operando desde una plataforma de apoyo y desde una base en tierra. Por otro lado, la demora en la edición de cartas náuticas, acentúa el riesgo a la navegación sobre las áreas no relevadas.

²² Referirse a las resoluciones y recomendaciones pertinentes, adoptadas por la Organización Hidrográfica Internacional.

CAPÍTULO 3: LOS RECURSOS DEL SHN Y EL PROCESAMIENTO DE LAS CARTAS NÁUTICAS

En este capítulo se estudian las implicancias del trabajo de relevamientos en el terreno, desde la experiencia del SHN, hasta la publicación de la cartografía náutica. Asimismo, se describen los medios con los que dispone el servicio hidrográfico nacional para la concreción de las tareas pendientes y se proponen una serie de medidas para alcanzar las metas previstas.

En tal sentido, este capítulo aborda el objetivo de detallar el proceso y los métodos de producción de la cartografía náutica de Argentina en la Antártida y el de estimar los recursos y los tiempos necesarios para la producción de la cartografía náutica en el Sector Antártico Argentino para poder cumplir con los compromisos internacionales asumidos ante la HCA.

3.1 Los medios navales del SHN disponibles para la hidrografía antártica

Desde el comienzo de la actividad científica en la Antártida, el SHN ha sido apoyado por una variedad de plataformas, capaces de transportar el personal, material y los suministros necesarios para efectuar los registros batimétricos y el reconocimiento costero. Cabe mencionar que, algunas de esos buques, dependieron directamente del Servicio de Hidrografía Naval.

Con un fuerte apoyo político de diversos organismos del Estado, en la década del 40 se adquirieron el Buque Hidrográfico y Remolcador de Mar ARA Sanavirón, el Buque Hidrográfico y Remolcador de Mar ARA Chiriguano, la Fragata Meteorológica ARA Heroína, la Fragata Meteorológica ARA Sarandí, el buque Transporte ARA Pampa y el Transporte ARA Chaco, todos estos enfocados a incrementar la actividad antártica nacional (Facchin E. L., 2019, págs. 21-29).

Conviene subrayar que, tanto el Sanavirón como el Chiriguano dependían directamente del SHN, lo que les permitió en 1957, cartografiar todo el litoral y las rutas marítimas del Mar Argentino y la Antártida (Saura, 2019, págs. 176-178).

La incorporación del Rompehielos General San Martín, los transportes Bahía Buen Suceso, Bahía Aguirre, las aeronaves Catalina y Grumman Goose²³ y los helicópteros

²³ Aeronaves dotadas de flotadores de estabilización y tren de aterrizaje retráctil, capaces de acuaticar.

Sikorsky S-55, permitió continuar con los trabajos de levantamientos hidrográficos, ciencia y logística en el continente (Coli, 2013, pág. 168).

El reemplazo del Rompehielos General San Martín llegó en 1979 con la incorporación un nuevo rompehielos construido en Finlandia, el Rompehielos ARA Almirante Irizar (Bolognese & Dziubek, 2014, pág. 139). En noviembre de 1981, se sumó a los medios antárticos de la Armada Argentina el buque Transporte Polar ARA Bahía Paraíso (Gopceovich Canevari, 2018, págs. 125-131).

En el año de 1995, el buque oceanográfico ARA Puerto Deseado²⁴, junto al aviso ARA Suboficial Castillo, comenzaron su participación en las actividades antárticas. Reemplazando de esta manera a los avisos ARA Irigoyen y ARA Gurruchaga. Estos barcos fueron empleados como plataformas de apoyo a los relevamientos hidrográficos en la península antártica y en las islas Orcadas del Sur. El equipamiento instalado, específicamente en el ARA Puerto Deseado, permitió obtener datos batimétricos bajo los estándares internacionales (Facchin E. L., 2013, págs. 345-350).

El 5 de febrero de 2015, un nuevo Buque Oceanográfico fue adquirido por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) como buque de investigación oceanográfica. Fue bautizado con el nombre de ARA Austral, pasando a la dependencia del Servicio de Hidrografía Naval para participar en la realización de actividades científicas dentro del marco de la Iniciativa Pampa Azul (Ministerio de Defensa, 2022).

Los buques clase Neftegas, adquiridos a la Federación Rusa por la Armada Argentina en el año 2015, comenzaron con la actividad antártica en la campaña del 2016, efectuando tareas propias de la Patrulla Antártica Naval Combinada. Además, fueron empleados para apoyo logístico a las bases y para tareas de relevamiento hidrográfico específicas (Plaza, 2016, págs. 45-88).

Es oportuno aclarar que el Puerto Deseado y el Austral son buques cuyas actividades siguen los planes de investigación del CONICET²⁵ y que, si bien son tripulados por

²⁴ Dependiente del Servicio de Hidrografía Naval. El buque fue construido en los Astilleros Argentinos Río de la Plata y botado en 1976.

²⁵ El CONICET es el principal organismo dedicado a la promoción de la ciencia y la tecnología en Argentina.

personal de la Armada, el SHN no tiene plena disponibilidad del buque para realizar los relevamientos hidrográficos en la Antártida.

En lo que respecta al Rompehielos Almirante Irizar, desde su reincorporación al servicio, posterior a los trabajos de remodelación, insume la mayor parte del tiempo asignado a la operación en el continente antártico en la logística necesaria para abastecer a las bases permanentes y transitorias nacionales, por lo que difícilmente puede realizar actividades científicas como los relevamientos necesarios para la actualización de cartas náuticas (Palet G. M., 2021, págs. 103-110).

3.2 Relevamientos en campaña y los medios implicados

El objetivo de los trabajos de levantamiento hidrográfico es determinar con precisión la profundidad y la naturaleza del fondo marino. Básicamente, los trabajos de relevamiento buscan obtener la línea de costa, la profundidad y los peligros potenciales para la navegación, la naturaleza del fondo marino, las mareas y corrientes y las propiedades físicas de la columna de agua (H-344, 2020, pág. 11).

Todos los datos obtenidos son necesarios para la elaboración de la cartografía náutica, siendo volcados en la carta durante su procesamiento y edición. Estos datos brindarán al navegante las características de la zona por la que navega, lo que significa que los marinos contarán con herramientas de decisión para la adopción de rutas seguras de navegación.

Las profundidades marcadas en una carta náutica representan su característica más importante y el marino debe poder confiar en la batimetría para evitar peligros. Un error en la posición puede causar más confusión que un error de profundidad; para un navegante es más probable que navegue libre de un peligro en la carta que confiar en la exactitud de su carta de profundidad (C-13, 2010, pág. 425). En la Antártida, donde existen muchas zonas no relevadas, por consiguiente, potenciales peligros no señalados, esta regla no siempre se cumple y los navegantes eligen sus derrotas por sectores donde se indican las profundidades.

El SHN sigue las normas establecidas en la publicación S-44 “Normas de la OHI para los Levantamientos Hidrográficos” a fin de cumplir con los estándares de calidad establecidos por la Organización. Esta publicación establece, entre otras cosas, la

precisión de las medidas que deben realizarse para caracterizar el fondo del mar y otros rasgos necesarios que sirvan para la navegación (Montero, 2015, págs. 2-3).

De acuerdo con Vetere, para producir una carta náutica, es necesario realizar un análisis náutico para el diseño de la carta, recopilar antecedentes, determinar los datos e información a adquirir, planificar las actividades de campo y realizar los levantamientos hidrográficos necesarios, las campañas fotométricas áreas topográficas y técnicos de la zona seleccionada. Además, los datos obtenidos deben ser procesados, editados y finalmente preparados para el control de calidad de la carta. (2016)

Las etapas necesarias que se deben efectuar durante un relevamiento hidrográfico, se muestran en la figura 13.



Figura 13. Esquema del Proceso de relevamiento hidrográfico.

La planificación de la campaña es uno de los pasos iniciales, la cual cubre una serie de actividades previas a los trabajos en el campo. Esta puede comenzar mucho tiempo antes de la obtención de los datos y se inicia con la confección del Plan de Campaña Hidrográfico²⁶, donde se encuentran las áreas priorizadas a levantar.

Según Montero (2015),

la planificación del levantamiento es un proceso complejo que requiere de mucha atención a los detalles, un acercamiento flexible, buen manejo y una toma de decisiones efectiva. La Antártida presenta particularidades distintivas que obligan a los hidrógrafos a tomar medidas precautorias adicionales a la

²⁶ El Plan de Campaña Hidrográfico se realiza en forma quinquenal y es aprobado por el director del Servicio de Hidrografía Naval.

hora de planificar una campaña. Esta etapa incluye las siguientes tareas: determinación del área de interés, análisis de la información disponible, determinación del área en la que hay que realizar el levantamiento, analizar los requerimientos técnicos, y el equipamiento y personal necesario, definición del tiempo y los recursos logísticos necesarios. (págs. 1-3).

Las consideraciones a tener en cuenta a la hora de la elaboración de las instrucciones hidrográficas sobre los trabajos a realizar, se muestran en la figura 14.

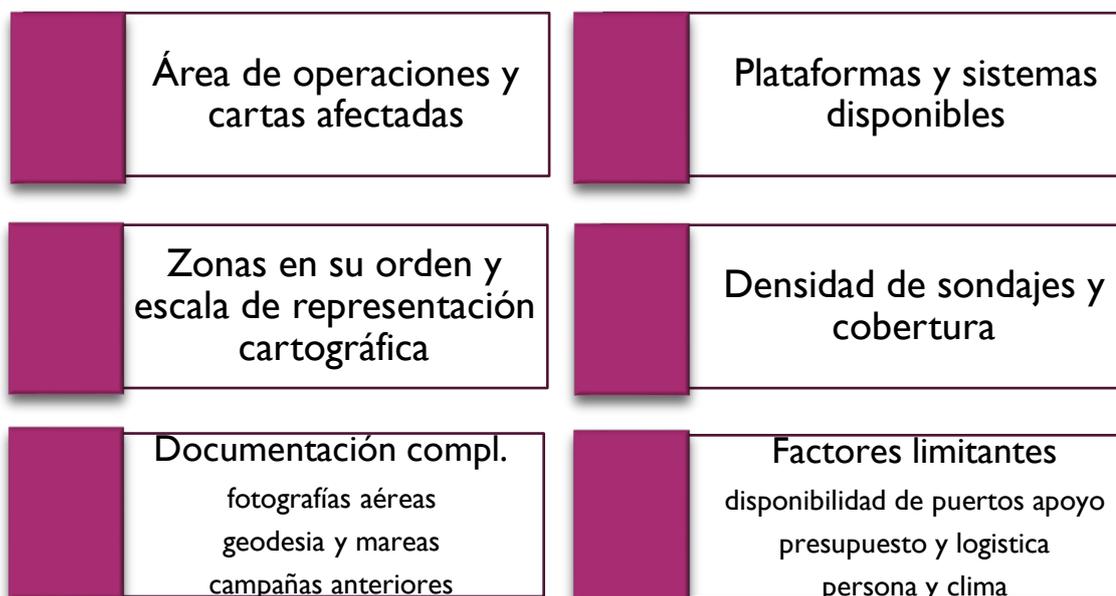


Figura 14. Consideraciones para las instrucciones hidrográficas (H-344, 2020, pág. 15).

En la figura anterior se observa que, entre los factores limitantes, se encuentra el personal, el clima y la disposición de puertos de apoyo. En otras palabras, no se pueden efectuar los trabajos de relevamientos si no se dispone de personal capacitado, una meteorología adecuada y un punto de apoyo. Cabe considerar que, también se analiza la disponibilidad de plataformas y sistemas disponibles en donde estarían integrados los buques, las embarcaciones menores y los sensores a utilizar en los relevamientos.

Entre otros aspectos, que se tienen en cuenta en la etapa de planificación, se encuentra el análisis de la información disponible, la determinación de áreas en las que hay que realizar el levantamiento, el análisis de los requerimientos técnicos, el equipamiento y personal necesarios. Por último, se consideran el tiempo y los recursos logísticos a emplear (Vetere, 2016).

Para un mejor empleo de los recursos durante esta etapa, la publicación C – 13 recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Predicciones climáticas y estado del mar. Esto afectará el tamaño de la embarcación que se usará en la tarea y la capacidad de utilizar botes para trabajos y evaluaciones dentro de la bahía.
- Tamaño del área de aguas superficiales. Esto determinará cuanto trabajo de bote se necesita. Si los botes son necesarios, el tiempo tomado para completar la tarea dependerá en mucho del estado del mar;
- Uso de helicópteros. Podría ser que la unidad tenga un helicóptero disponible, pero si no, ¿se requiere para acceder a sitios remotos?
- Logística. La resistencia²⁷ de los propios recursos del hidrógrafo determinará el combustible, agua y los requerimientos de almacenamiento. El mantenimiento de los equipos es otra consideración.
- Mano de obra. Debe evaluarse el número y especialización del personal que se necesita para cumplir con cada tarea. Los siguientes factores también son relevantes: cambios de personal; correo y comunicaciones; licencias y recreación; instalaciones médicas en tierra y flotantes; soporte y transporte en la costa, alojamiento en costa y arreglos monetarios.
- Topografía. Esto determinará los recursos requeridos para evaluar los sitios en tierra.
- Campos de Botes separados – Las especificaciones del levantamiento pueden ordenar un campo de botes separados y en tal caso se debe seguir la lista de planificación anterior. Sin embargo, se deberían dar consideraciones para separar un bote para realizar trabajos en la costa e investigaciones en bajíos si existe un puerto adecuado o atracaderos protegidos. El tiempo que se destina a bajar e izar botes es improductivo. (C-13, 2010, pág. 417)

Dentro de las instrucciones hidrográficas, se deben detallar las responsabilidades que va a tener la comisión, las tareas planificadas a ejecutar y su priorización. Asimismo, deben estar contemplados los tiempos de trabajo de manera tal que permita coordinar los períodos de descanso, relevos del personal, provisiones y la logística necesaria (pág. 422).

Siguiendo el esquema de la figura 13, como segunda etapa se encuentra la obtención de datos o adquisición de datos, la cual es definida en la publicación H-344 (2020) de la siguiente manera:

la fase de adquisición de datos es aquella que abarca el periodo que comprende desde las comprobaciones e instalaciones previas a los trabajos en el campo y/o en la mar, hasta la confirmación de que la zona de trabajo ha sido completada de acuerdo a lo dispuesto en las IIHH²⁸. (pág. 15)

²⁷ La publicación refiere a la capacidad de sostener la operación.

²⁸ IIHH Instrucciones Hidrográficas, son el documento mediante el cual el director del SHN impone las instrucciones técnicas particulares para los levantamientos hidrográficos.

Dentro de este orden de ideas, la ejecución de la campaña hidrográfica en el terreno, es considerada la etapa más difícil de todo el proceso. Las particularidades climáticas de la Antártida y la presencia de hielos, son impedimentos y limitantes en la ejecución de los trabajos planificados (Montero, 2015).

En esta etapa es importante realizar el diseño de la zona a trabajar, empleando el software hidrográfico²⁹. En algunas oportunidades requiere la instalación de equipos especiales como puede ser el caso de un mareógrafo, que permita tomar las diversas alturas de la marea. Además, se precisa armar el sistema de equipos hidrográficos a emplear, como la sonda, el GPS, el sonar y hasta las comunicaciones. Asimismo, establecer las operaciones en aguas someras³⁰ y en aguas profundas. Por otra parte, cuando el terreno lo permite y las condiciones lo ameritan, se deben armar puntos de control de medición en tierra, para corroborar las posiciones (Vetere, 2016).

La regla de mareas, es el instrumento que se suele instalar en un lugar visible de la costa, con la premura que esta debe encontrarse en contacto con el agua. El tránsito continuo de hielos marinos y terrestres, puede ocasionar la rotura o incluso la pérdida de la regla de marea, como sucedió durante los trabajos de relevamientos en la Campaña 2021/22 en proximidades a Base Petrel (Uremovich, 2022).

Por otro lado, durante esta etapa se debe realizar una revisión preliminar de los datos obtenidos para constatar la coherencia o determinar zonas sin relevar para que el hidrógrafo pueda determinar en el lugar de trabajo, si se debe repetir el levantamiento en algún sector (Montero, 2015).

Retomando el empleo de equipos específicos, se puede ejemplificar que las lecturas del mareógrafo se deben hacer con datos registrados por más de 25 horas. Esto permitirá establecer el dátum³¹ del sondaje en la medición y asegurar su correcta operación. Los chequeos de las mediciones deben hacerse en intervalos regulares durante el levantamiento. Por otro lado, también a modo de ejemplo, se puede mencionar que, para el cálculo del nivel medio del mar, se deben emplear 39 horas de observaciones, en el

²⁹ Entre los software hidrográficos que utiliza el SHN se encuentran Hypack, CARIS y Trimble.

³⁰ El termino aguas someras está vinculado a aguas donde la profundidad es inferior a 50 metros.

³¹ El dátum es el punto de referencia establecido para todos los sondajes obtenidos.

comienzo y en el final de los trabajos de levantamientos hidrográficos; esto otorga mayor confianza a los datos de mareas observados (C-13, 2010, pág. 458).

El mareógrafo de precisión se instala en el fondo marino, en un sector donde no quede al descubierto en bajamares, con el riesgo de sufrir averías producto de la acción del hielo sobre el instrumento (Uremovich, 2022).



Figura 15. Instalación de una regla mareográfica (SHN, sitio web oficial).

Los anteriores conceptos se muestran en la figura 15, donde el personal del SHN instala una regla de mareas en Puerto Moro, Bahía Esperanza (SHN, 2021). Se observa que para la mencionada tarea se selecciona un sector al resguardo de los hielos.

Entre los equipos empleados para los trabajos de levantamientos hidrográficos en aguas someras se encuentran las sondas mono-haz / multi-haz, el sonar digital, los mareógrafos digitales automáticos, el sistema GNSS³² con corrección diferencial y el software hidrográfico de levantamiento y procesamiento (Bravo, 2023). Este equipamiento es portátil y es transportado por el personal a cargo de los relevamientos de buque en buque y montado en las embarcaciones menores disponibles para los trabajos de campo.

³² GNSS es un sistema global de navegación por satélites que son utilizados para el posicionamiento.

Para Acuña (2021), el primer material a emplear es la plataforma naval con capacidad de navegar por sectores con hielos y equipada con el instrumental adecuado para efectuar los relevamientos necesarios. La finalidad de esta plataforma es la de poder tomar las mediciones en los sectores más alejados de la costa, dejando el empleo de las embarcaciones menores para los sectores cercanos a la línea de costa.

Entre otros inconvenientes que pueden aparecer a la hora de efectuar los trabajos de campo es la limitación de viento. Es decir que, para preservar los equipos y obtener resultados de medición adecuados, el bote sondador debe operar con vientos inferiores a los 10 nudos. Además, la zona debe estar libre de hielos y en caso de tener que relevar áreas cercanas a la costa, se debe trabajar en pleamar (Bravo, 2023).

En la figura 16 se observa al personal del SHN operando un bote neumático en la Bahía Esperanza mientras efectúan tareas de relevamiento hidrográfico (SHN, 2021). Se aprecia las dificultades que representa el hielo para los trabajos de medición.



Figura 16. Relevamiento hidrográfico desde bote neumático (SHN, sitio web oficial).

Cabe aclarar que todos los equipos utilizados para las mediciones de las profundidades, deben contar con las pruebas de calibración y contraste realizadas, de forma de disminuir los errores producto del uso de un instrumento sin el correcto mantenimiento periódico (H-344, 2020, pág. 26).

Por ejemplo, para las tareas hidrográficas realizadas durante la campaña de verano del 2018-2019 a bordo del Rompehielos ARA Almirante Irizar en Base Esperanza se empleó

un DGPS TRIMBLE R5 de base móvil desde un bote, se instaló un receptor GPS ROVER por cada punto a medir, se utilizó una notebook con el software SOFT TRIMBLE CENTER (Informe de Campaña, 2019). Los datos crudos obtenidos, el informe técnico y los puntos notables fueron enviados al SHN al finalizar los trabajos para su posterior análisis.

En lo que respecta al control de calidad, comienza a efectuarse en esta etapa, donde se revisan la recopilación de la información y el correcto registro de los levantamientos. Los dibujos, los sondeos, los equipos empleados, los inconvenientes surgidos y los tiempos demandados, todo esto plasmado en un informe que será entregado al SHN. Este paso es importante ya que pueden surgir diferencias entre los datos cartografiados y los relevados que requieran de nuevos levantamientos.

Los recursos con los que dispone el SHN para los relevamientos en la Antártida son escasos. Según Acuña³³,

(...) los recursos son limitados, debido a que con el instrumental y el personal disponible se debe hacer frente no solo a las necesidades y requerimientos de la CAV, sino que también con las distintas tareas que tenemos en el continente americano. A esto se suma que desde el 2015 el BHPD no realiza campaña antártica por motivos mayormente presupuestarios, lo que resulta en que las plataformas navales disponibles son de oportunidad. (2021)

Además, el oficial afirma que “la principal dificultad debido a las características de zona es la falta de apoyo logístico desde tierra, razón por la cual es crucial contar con una embarcación de apoyo en el caso de realizarse tareas en inmediaciones de la costa” (Acuña, 2021).

La particularidad de la locación geográfica, alejada de grandes urbes y con accesos dificultosos en gran parte del año, requiere de una minuciosa planificación para los soportes logísticos, para las comunicaciones y los aprovisionamientos (Sisti, 2015).

Ya en el terreno, aparecen dificultades propias de la zona de operaciones y de las características meteorológicas. Para Uremovich,

A las condiciones meteorológicas debe sumarse el estado de mar y de mar de fondo (“sea” y “swell”) por las limitaciones operativas de los botes neumáticos y los parámetros de funcionamiento de los equipos portátiles, tanto de

³³ Acuña, es un oficial de la Armada Argentina especializado en Hidrografía. Se desempeña como jefe del Departamento Campañas en el Servicio de Hidrografía Naval y ha participado en varias campañas hidrográficas durante su carrera.

posicionamiento, como de adquisición y compensación del movimiento. Además, la presencia intermitente e impredecible de hielo en superficie genera contratiempos y, en algunos casos, imposibilita la operación. (Uremovich, 2022)

El oficial afirma que, “falta de idoneidad de la mayoría del personal en levantamientos con SBL³⁴ y la carencia de un equipo sondador Multihaz llevaron a planificar y ejecutar un levantamiento monohaz”.

Además, concluye que “con sondadores monohaz, se estimó un total de 25 días completos de operación ininterrumpida. Considerando operable el 40 % del tiempo, y descontando las horas nocturnas, por cuestiones de seguridad, basándome en la experiencia adquirida en esa campaña, esto sería un total de 125 días de campaña” (Uremovich, 2022).

De la misma forma Bravo³⁵ expresa,

(...) debido a las condiciones adversas a las que se enfrenta la Comisión Hidrográfica en la Antártida³⁶, no se destinan los equipos más modernos para esta tarea, debido al riesgo latente de rotura de los mismos. Si bien la utilización de una sonda SBES³⁷ es adecuado y cumple con los estándares hidrográficos internacionales, disponiendo el SHN de sondas MBES³⁸, estos equipos brindan mayor información del fondo marino y debería considerarse su utilización en el Sector Antártico. (2023)

El oficial añade que, “Los tiempos asignados para la adquisición de datos es escasa y casi nula (...). Las Comisiones Hidrográficas se embarcan en buques que realizan la CAV / PANC, disponiendo de poco tiempo efectivo de trabajo para realizar los relevamientos hidrográficos necesarios (Bravo, 2023).

3.3 Procesamientos de datos hasta la publicación de la carta náutica

Los datos de una campaña hidrográfica obtenidos en la fase de medición y recolección, comienzan a ser editados y procesados a bordo del buque de apoyo. Con posterioridad a la clasificación y filtrado de datos, estos son enviados al Servicio de Hidrografía para

³⁴ El oficial hace referencia a las sondas de escaneo o barrido lateral.

³⁵ Bravo es un oficial de la Armada Argentina y especializado en ingeniería en agrimensura. Trabaja para el SHN en el Departamento Campañas y ha realizado varios trabajos de relevamientos hidrográficos.

³⁶ El autor hace referencia al personal que conforma el grupo comisionado por el SHN para efectuar los trabajos de relevamientos.

³⁷ SBES las siglas corresponden a una sonda mono-haz.

³⁸ MBES las siglas corresponden a una sonda multi-haz.

la incorporación de las correcciones de las mareas, control de calidad, el trazado de los datos a la escala requerida, la restauración fotogramétrica y para la confección del mapa batimétrico (Vetere, 2016).

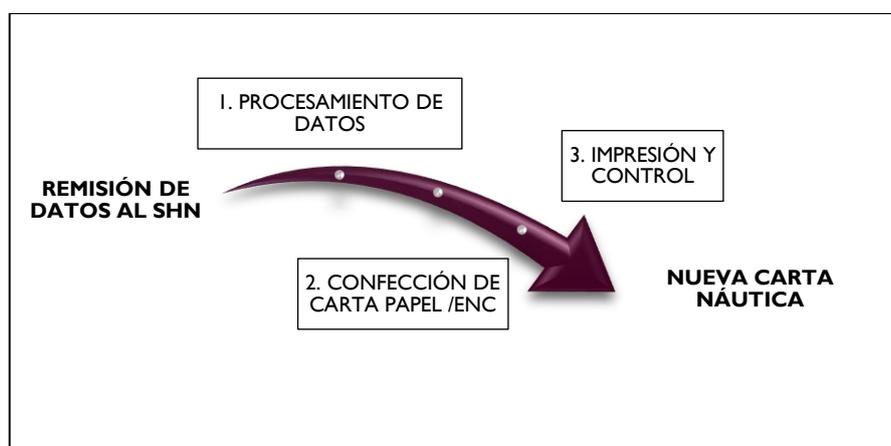


Figura 17. Esquema del proceso final de elaboración de una carta náutica.

Como se mencionó anteriormente, finalizadas las tareas de campo, los datos obtenidos son remitidos al SHN para su procesamiento final. Estos datos son los que se utilizan para actualizar y editar las cartas náuticas (Montero, 2015, pág. 3). En la figura 17 se observa el proceso que se efectúa desde la obtención de los datos en el terreno hasta la edición de una carta náutica.

Inicialmente, estos datos pasan por la División Procesamiento donde son analizados y transformados. Allí también se efectúa la selección de sondajes e isobatas, acorde a la escala de la carta náutica en la que se está trabajando. Para la revisión de las mareas, los datos son analizados por la división mareas del Departamento Oceanografía. Al finalizar todas las revisiones que involucran otras divisiones, la información es recibida en la División Cartografía donde se confecciona la carta papel y la carta electrónica (Borjas, 2021).

Finalmente, se imprime la carta náutica en los talleres gráficos, es revisada por el Departamento Seguridad Náutica y puesta a disposición del navegante al finalizar las correcciones que pudieran necesitar (ver figura 17).

Con respecto a la producción de la cartografía náutica, Borjas asevera lo siguiente:

Hasta hace muy pocos años producíamos la cartografía digital a través de archivos independientes, en la actualidad se cuenta con una base de datos de producción hidrográfica. La ventaja que otorga la utilización de esta base de datos de producción hidrográfica es la disminución de los tiempos en cuanto a producción y actualización de la cartografía, así mismo también la

disminución de incidencias de cometer errores durante la producción dado que los datos son cargados en una base de datos y de ahí se generan los productos, tanto las cartas de papel como las de navegación electrónica (Borjas, 2020).

Para la edición de una nueva carta náutica de mediana escala, la obtención de los datos puede demandar al menos tres campañas antárticas de verano en forma sucesiva (Acuña, 2021). El análisis de los datos por parte de la división mareas puede requerir de algunos meses y la confección de la carta papel, otros meses más; esto puede variar según la complejidad y la cantidad de revisiones internas para su aprobación y promulgación final (Borjas, 2021).

Borjas manifiesta que las principales necesidades desde el punto de vista de la cartográfica en la etapa del procesamiento es la escasez de personal capacitado en cartografía para los trabajos de análisis y producción, como así también necesidades de equipamiento específico como ser hardware y sus periféricos, capaces de trabajar con los softwares actuales (2021).



Figura 186. Proyección de Línea de Tiempo y Edición de Cartas Náuticas.

Analizando la figura 18, vemos una proyección de línea de tiempo de la edición de las cartas náuticas. Considerando que se tarda aproximadamente 4 años en editar una nueva carta en todo su proceso y, asumiendo que los datos que arrojan la Tabla 1 “Estado de Actualización de las Cartas Papel” se repitan con una producción anual de 1 carta producida como lo ocurrido en los años 2019, 2020 y 2021 y en adición, teniendo en cuenta el grado de avance los trabajos ya efectuados, se puede concluir que es necesario esperar 3 años más para que finalicen los trabajos en la Carta INT 9100 y la Carta INT 9115.

Otro dato que arroja la proyección de tiempo es que, si se debiera actualizar las 30 cartas papel actuales, necesitaríamos de 30 años, es decir que para el año 2053 se habrá finalizado con la actualización de toda la cartografía, para lo cual los datos de las primeras cartas ya serán de muy larga data.

3.4 Medidas a concretar

Como se indicó en el capítulo 1, se deben finalizar los trabajos de relevamientos hidrográficos en la zona de la Isla Marambio para la edición de la carta INT 9100. De igual forma se encuentra la carta INT 9115 que corresponde al Pasaje Active en la isla Dundee, próximo a la Base Petrel.

Bravo (2023) señala que “para ambas cartas se necesitaría del despliegue y apoyo logístico de un buque hidrográfico en el sector antártico, destinado exclusivamente para realizar relevamientos hidrográficos y oceanográficos”.

Además, el oficial considera que la carta INT 9100 demandaría uno 60 días de trabajo, debiendo disponer de vuelos para el relevamiento de puntos de apoyo topográfico para la georreferenciación de la carta. En el caso de la carta INT 9115, demandaría 25 días. Agrega que en ambos trabajos se debe contar con 2 botes neumáticos y 10 personas.

3.1.1 Buques y otras plataformas

En lo que respecta a los buques, lanchas o aeronaves para efectuar los relevamientos hidrográficos y su equipamiento, la OHI reconoce que estos son de elevado costo, pero a su vez acepta que son los medios más apropiados para operar durante largos períodos. Asimismo, recomienda que los buques deben incluir un equipamiento moderno tales como:

- Un equipo para posicionamiento preciso,
- Un sondador acústico (o Sistema LiDAR),
- Un sistema de sonar de barrido lateral,
- Un sistema de registro y procesado de datos,
- Mareógrafos y correntímetros,
- Equipo para el muestreo del fondo marino y la columna de agua. (M-2, 2016, pág. 28)

3.4.2 Empleo de otras tecnologías

En los últimos años, la evolución de la tecnología ha permitido efectuar levantamientos hidrográficos de mayor precisión y una cobertura casi total del fondo. Ejemplo de ello son los sistemas acústicos multi-haz y los sistemas láser aerotransportados (M-2, 2016, pág. 26).

Respecto a esto, Bravo (2023) expresa:

En la actualidad, los Vehículos de superficie no tripulados USV (Unmanned Surface Vehicle) o Drones Hidrográficos representan un salto en la tecnología y su utilización en el sector antártico para relevamientos hidrográficos en aguas someras sería de gran importancia. Estas embarcaciones se controlan de forma remota y puede ser controlado desde tierra u otra embarcación. Poseen un sistema integrado con sonda MBES, LIDAR, Perfilador de Sonido y sistema de posicionamiento GNSS. Disponer de estos equipos para ser utilizados en el Sector Antártico permitiría realizar relevamientos batimétricos de última tecnología, tanto del fondo marino como sobre la superficie del agua.

El experto añade que, en la actualidad el SHN no dispone de esa tecnología, pero existen proyectos que contemplan la adquisición.



Figura 19. Vehículo autónomo submarino (AUV) (Marina de Guerra del Perú, 2017).

En la figura 19 se puede apreciar un vehículo autónomo submarino (AUV)³⁹ del tipo Hugin 3000 de la marca Kongsberg operado por la Marina del Perú. Este equipo es un robot submarino de operación y trayectoria programable, con la capacidad de desplazarse en forma independiente por períodos de tiempo establecidos, todo en función de su autonomía.

El Hugin 3000 puede operar a una profundidad de 3000 metros, desplazarse a una velocidad de entre 2 a 6 nudos con una autonomía máxima de 24 horas, la cual es proporcionada por sus 2 baterías (Marina de Guerra del Perú, 2017).

En relación al empleo de drones hidrográficos en la Antártida, se ha verificado su capacidad durante la 38° expedición China, utilizando drones D2000 de fabricación de ese país, para la ayuda de la fotogrametría (Pollard, 2022).

³⁹ AUV siglas en ingles que corresponden a Autonomous underwater vehicle.

Otra de las tecnologías innovadoras es el empleo de aeronaves equipadas con los sistemas LiDAR. El sistema LiDAR⁴⁰ es un sistema de detección y localización por medio de ondas luminosas. Este sistema utiliza un láser de escaneo para medir el tiempo que tarda un pulso en viajar desde el sensor hasta el suelo y volver, midiendo de esta forma la distancia (UKHO, 2017). Su representación se muestra en la figura 20.

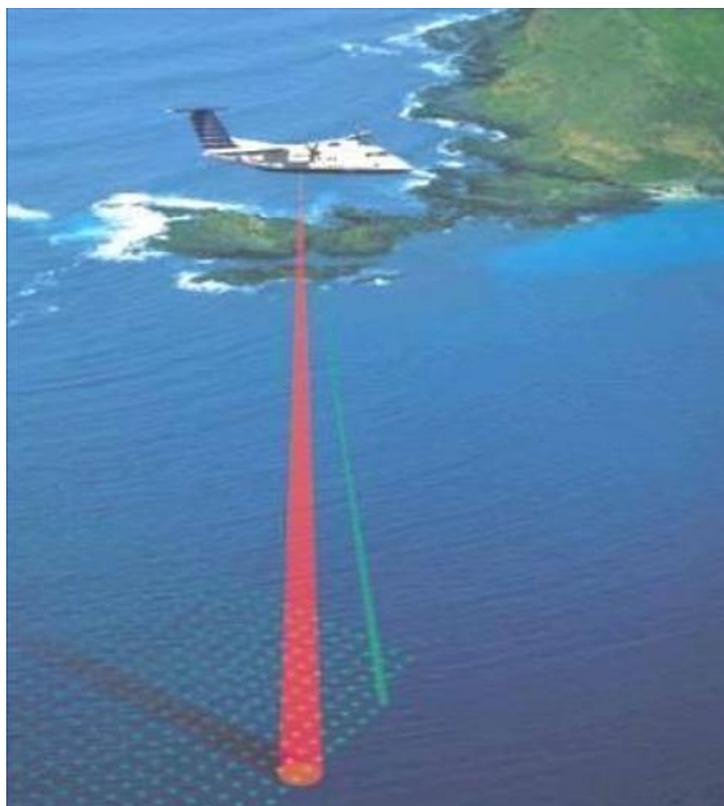


Figura 7. Representación del sistema de detección y localización por medio de ondas luminosas (UKHO, 2017).

3.4.3 Otras propuestas de trabajo

De acuerdo a los expertos entrevistados, el SHN debe conformar diversos grupos de trabajos y ser embarcados según las cartas que se planifiquen actualizar o confeccionar para ser relevadas las zonas por donde operen estos buques.

En línea con lo anterior, el experto añade que se debe acordar con el CONICET la asignación del tiempo adecuado para que los buques científicos puedan realizar relevamientos hidrográficos en aguas antárticas.

⁴⁰ LiDAR: Light detection and ranging

Del mismo modo, la Armada, a través del Área Naval Austral con asiento en Ushuaia debe comprometerse a colaborar con los buques que participan en la PANC en el apoyo a los relevamientos cuando no estén desarrollando las actividades propias de la patrulla.

Al mismo tiempo, enfatiza en el compromiso de los comandantes de los buques antárticos y el apoyo hacia estos, para que las tareas de relevamiento no sean consideradas un acto de generosidad, sino una responsabilidad y compromiso (Facchin E. L., 2023).

Desde el punto de vista de Bravo (2023), el plan de trabajo se debe priorizar en lugares de mayor uso por las unidades de la CAV, favoreciendo la seguridad náutica en las aproximaciones a los fondeaderos, trazado de derrotas y operación en proximidades a las bases antárticas.

Para concluir, desde que el SHN no dispone de medios navales bajo su dependencia directa, los tiempos de obtención de datos en el campo aumentaron. El proceso de relevamientos hidrográficos, requiere de varias campañas antárticas. A eso se suma que las tareas de campo pueden sufrir postergaciones si no se dispone de medios de apoyo adecuados, personal capacitado ni condiciones meteorológicas favorables para el trabajo, extendiéndose aún más de lo planificado inicialmente. Del mismo modo, en la etapa de edición, la intervención de varios departamentos dentro del SHN, para el análisis de la información recogida del campo, suma varios meses más al tiempo necesarios a la elaboración de nueva cartografía.

CONCLUSIONES

Al iniciar el trabajo de investigación se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los principales desafíos para la producción cartográfica náutica internacional argentina en el Sector Antártico Argentino, teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país ante la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida?

Para responderlo, fueron desarrollados tres capítulos vinculados a los objetivos específicos, siendo la cartografía náutica internacional, las variables que afectan los relevamientos, los recursos disponibles y el cumplimiento de los compromisos, el eje central de investigación.

El primer objetivo fue identificar los compromisos argentinos de elaboración de cartografía antártica ante la Comisión Hidrográfica sobre la Antártida. En tal sentido, Argentina se comprometió ante la HCA, en 1998, a la producción y edición de 11 cartas náuticas, de las cuales ha finalizado un total de 9 cartas del sistema INT, elaboradas entre 1997 y 2021. Esto representa el 82% de avance sobre el total de cartas a producir.

El segundo objetivo fue el de describir el estado de actualización de la cartografía náutica de Argentina en el Sector Antártico Argentino. En tal sentido, de las 36 cartas producidas por el SHN en la Antártida, 18 tienen fecha de edición de más de 30 años, llegando las más antiguas, todas cuarterones, a datar de 1957. Lo cual significa que, las cartas que deben ser más precisas no lo son, por lo consiguiente el navegante recurre a otros productores de cartas náuticas para el trazado de las derrotas. Esto representa un riesgo de accidentes permanece hasta tanto no se efectúe un relevamiento adecuado y actualizado de toda la cartografía.

Además, se identificó que, desde comienzo del siglo XX, Argentina comenzó los estudios de exploración y mapeo de las costas y mares antárticos, inicialmente con los trabajos ejecutados por José Sobral en 1904 y posteriormente con la edición de la Carta 31 de la Isla Orcadas del Sur, en 1916. En tanto que, en entre la década de 1940 y 1950, finalizó el mapeo del Sector Antártico Argentino. Esto demuestra el compromiso y la decisión del país, en esos años, en asumir el protagonismo como productor de cartografía náutica Antártica, lo que permitió posicionarse entre los Estados Miembros de la OHI con mayor edición de cartas Antárticas a nivel mundial.

De igual manera, se identificó a 12 países productores de cartografía náutica en la zona de investigación, la mayoría de ellos con compromisos asumidos en cuanto a la elaboración de cartas INT. En ese contexto, el Reino Unido, la Federación Rusa, Argentina, Chile y los Estados Unidos engloban el 88% de las 175 cartas disponibles en aguas antárticas.

También se identificó que, desde la creación de la Comisión Hidrográfica Antártica, sus Estados Miembros redirigieron sus trabajos de relevamiento según las directrices de esa comisión, trabajando en forma coordinada y cooperativa con otros servicios productores de cartas.

Queda demostrado que, en los últimos 25 años, el esfuerzo hidrográfico nacional estuvo enfocado a cumplir con los compromisos asumidos, quedando pendiente la elaboración de las cartas INT 9100 e INT 9115. De la misma forma, países como Brasil, Chile, el Reino Unido y España, dirigen sus esfuerzos hidrográficos para alcanzar las metas previstas.

El tercer objetivo consistió en describir las problemáticas para efectuar los relevamientos hidrográficos necesarios en el Sector Antártico Argentino. En ese sentido, queda demostrado que el hielo, tanto de origen marino como terrestre, representa uno de los principales obstáculos para la toma de mediciones desde embarcaciones menores, pudiendo llegar a representar un peligro para el personal. De igual forma, afecta a los equipos empleados, pudiendo ocasionar daños y averías imprevistas, lo que puede derivar en la suspensión de las actividades como ocurrió en la CAV 2021/2022.

También se identificó a la meteorología como otra variable que influye directamente en los trabajos de campo. Las bajas temperaturas, la visibilidad, los vientos fuertes y las nevadas pueden afectar a los equipos y al personal o incluso impedir la realización de las tareas programadas, obligando a la espera de mejores condiciones de operación, generando demoras al plan de trabajo.

Quedó demostrado que existe una gran disparidad entre las actividades que se planifican y las que realmente se ejecutan. Se observa que no se dispone del tiempo necesario para completar los relevamientos programados. Esto da cuenta que, los buques que se designan como plataformas de apoyo, no tienen como prioridad los relevamientos hidrográficos, dejando relegada esta actividad por sobre las tareas logísticas antárticas.

Del mismo modo, no fue hasta la Campaña Antártica de Verano del año 2022/2023 que se logró cumplir, en gran medida, con las actividades de campo programadas, operando desde una plataforma de apoyo y desde una base en tierra. Esto da muestras de que se requiere del trabajo colaborativo, tanto desde tierra como embarcado para avanzar en los trabajos de recolección de datos hidrográficos.

El cuarto objetivo fue el de detallar el proceso y los métodos de producción de la cartografía náutica de Argentina en la Antártida. En ese sentido, durante el proceso de confección de carta náutica, intervienen diversos aspectos que se encuentran interrelacionados secuencialmente, es decir que se debe cumplir con cada uno de estos antes de poder continuar con el siguiente.

De igual manera se observa que, el proceso de obtención de datos es el de mayor demanda en cuanto tiempo de trabajo. Tanto en este punto como para el procesamiento, los factores limitantes, como ser los puertos de apoyo, buques de apoyo, la logística y el personal, generan variables que impactan en la ejecución del plan.

Finalmente, el quinto objetivo fue el de estimar los recursos y los tiempos necesarios para la producción de la cartografía náutica en el Sector Antártico Argentino para poder cumplir con los compromisos internacionales asumidos ante la HCA. De la investigación realizada, se puede inferir que, se precisa al menos de tres campañas antárticas para finalizar la obtención de los datos batimétricos necesarios para continuar el proceso de elaboración de las cartas pendientes de edición. Esto hace suponer que, las cartas no están listas hasta dentro de los 4 años de iniciados los trabajos de campo en forma continuada.

Además, se identificó que en la actualidad no se dispone de un buque exclusivo y equipado para las tareas de relevamiento como podrían ser el ARA Puerto Deseado o el ARA Austral, afectados a los proyectos del CONICEF. De igual forma se identificó que, en los años que el SHN tuvo bajo su dependencia a los buques de científicos, se logró cartografiar las rutas marítimas del Mar Argentino y de la Antártida.

Otro aspecto identificado es la limitación de los recursos disponibles en cuanto a instrumental y personal. El equipamiento utilizado es muy específico y de costos elevados. La operación de estos requiere un acabado conocimiento técnico profesional. Otras áreas intervinientes en el proceso de edición, también presentan escasez de

personal, como es el caso de la División Cartográfica, en donde se puede llegar a sumar hasta meses en la edición.

Lo dicho hasta aquí supone que, de continuar empleando buques de la Armada Argentina de oportunidad para efectuar las mediciones batimétricas, los tiempos de edición de nueva cartografía seguirán extendiéndose y la concreción de los compromisos asumidos seguirá extendiéndose.

Con lo antes dicho, se observa que los objetivos específicos abordados en los capítulos uno, dos y tres respectivamente permiten alcanzar el objetivo general de analizar los principales desafíos para la producción cartográfica náutica internacional argentina en el Sector Antártico Argentino, teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país ante la HCA. De esta forma se responde a la pregunta de investigación.

A la luz de los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis planteada de que los principales desafíos que tiene la producción de la cartografía náutica argentina en el Sector Antártico Argentino, para cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el país ante la HCA, son los tiempos que demanda la recopilación de los datos batimétricos y proceso de edición, en función de esto sería necesario contar con una unidad de superficie destinada en forma exclusiva a las tareas de recopilación batimétrica para completar la edición de las cartas pendientes.

Como conclusión final y considerando la hipótesis, el poder contar con un buque de apoyo dedicado en forma exclusiva o prioritaria a los trabajos de relevamientos hidrográficos en la Antártida, optimizaría los tiempos de ventanas meteorológicas disponibles en el verano austral, logrando grandes avances en la producción de las cartas internacionales bajo responsabilidad del SHN. Esto no solo permitiría cumplir con los compromisos asumidos, sino que permitiría mantener actualizadas las cartas nacionales.

Si a lo antes mencionado se lo complementa con nuevas tecnologías como es el caso del empleo de vehículos de superficie no tripulados o el uso de drones para relevamientos hidrográficos, se puede llegar a barrer mayores áreas en menor tiempo, por ende, se reducirían los tiempos en el proceso de edición de las cartas náuticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Neuner, G. & Padilla Almeida, O. (2018). La seguridad de la navegación en aguas polares y su significado para la autoridad marítima nacional. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa* (IV), 53-54. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- Acuña, L. (14 de Octubre de 2021). Los relevamientos hidrográficos en la Antártida. (A. Amaya, Entrevistador) Ciudad de Buenos Aires.
- Amaya, A. (2021). La situación de la cartografía nacional en el sector Antártico Argentino. (*Trabajo Integrador Final*). Universidad de la Defensa, Buenos Aires.
- Armada Española. (2 de Junio de 2023). *Catalogo Web de Cartas Náuticas. Instituto Hidrográfico de la Marina*. Obtenido de https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/cien_ciaihm1/prefLang-es/02ProductosServicios--03CatalogoCartas
- Boletín del Centro Naval. (diciembre de 2003). La Corbeta Uruguay y el rescate de la expedición Nordenskjöld centenario 1903-2003. (H. L. Dietrich, Ed.) *Boletín del Centro Naval* (806), 65-70.
- Bolognese, D., & Dziubek, M. A. (2014). Optimización Logística de Abastecimiento Antártico. *Optimización Logística de Abastecimiento Antártico*. Instituto Universitario Aeronáutico, Córdoba, Argentina.
- Borjas, R. d. (26 de Junio de 2020). *Día de la Cartografía. Jornadas del Servicio de Hidrografía Naval*. Obtenido de Archivo de Video.: Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hvo3ZUmxabE&t=2791s>
- Borjas, R. d. (6 de Octubre de 2021). El procesamiento de la carta náutica y su actualización. (A. J. Amaya, Entrevistador) Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
- Borjas, R. d., Parica, P., & Sanz Rodriguez, V. (2021). *La Cartografía y la Toponimia como Instrumentos de Soberanía*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Bravo, F. (28 de febrero de 2023). Los relevamientos Hidrográficos en la Antártida. (A. Amaya, Entrevistador)
- C-13. (Abril de 2010). Manual de Hidrografía. Organización Hidrografica Internacional. 1. Montecarlo, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional.

- Capdevilla, R. (25 de Abril de 2020). *Dos cartas Antárticas argentinas de 1904*. Recuperado el 3 de Junio de 2023, de Historia y Arqueología Marítima: <http://www.histarmar.org/Antartida/DosCartasAntarticasArgde1904.htm>
- Captain Snider, D. (2018). *Operación de Buques Polares* (Vol. Segunda Edición). Londres, Reino Unido: The Nautical Institute.
- Cavallo, E. M. (2020). *Revisión del marco regulatorio a partir del crecimiento de la actividad turística en la Antártida*. Universidad de la Defensa Nacional, Buenos Aires, Argentina.
- Coli, C. A. (MAY/AGO de 2013). La Antártida. La naturaleza, el hombre y el derecho internacional. (C. A. Coli, Ed.) *Boletín del Centro Naval*, CXXXI(836), 168.
- COMNAP. (30 de Abril de 2007). *Coordination of Hydrography in Antarctica - IHO*. Obtenido de http://www.iho.int/mtg_docs/rhc/HCA/HCA7/HCA7-INF5_Atcm30_ip050_e.pdf
- CONAE - Programa 2Mp. (2017). *Desprendimiento de la Barrera de Hielo Larsen C - Sentinel-1A SAR-C - 10 de Julio de 2017*. Obtenido de Programa 2Mp: <https://2mp.conae.gov.ar/index.php/materiales-educativos/material-educativo/imagenes-destacadas/1433-desprendimiento-de-la-barrera-de-hielo-larsen-c>
- Derrotero Argentino Parte V. (2020). *Antártida y Archipiélagos Subantárticos Argentinos*. Servicio de Hidrografía Naval. Buenos Aires: Talleres Artes Gráficas del SHN.
- Duse, A. (1904). Sobre la Carta de Tierra de Graham. *Boletín del Centro Naval*, XXII (246), 900-922.
- Facchin, E. L. (DIC de 2013). La campaña antártica ¿solo logística? *Boletín del Centro Naval* (837), 345-350.
- Facchin, E. L. (ENE/JUN de 2017). Centenario de la Carta 31 - Fondeaderos de la Gobernación de Tierra del Fuego. (E. L. Facchin, Ed.) *Boletín del Centro Naval* (845), 60-69.
- Facchin, E. L. (DIC de 2019). Antártida: Primera Instalación Continental Argentina. *Defensa Nacional* (3), 18-19.

- Facchin, E. L. (2021). *Antártida: la mirada histórica latinoamericana y su proyección pedagógica integral*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad de la Defensa Nacional.
- Facchin, E. L. (28 de Febrero de 2023). Acciones realizadas por Argentina ante los compromisos asumidos. (A. Amaya, Entrevistador)
- Faccini, E. E. (2008). Meteorología Antártica. En *Navegación Antártica* (págs. 7.3-7.5). Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval.
- Galindez, I. (febrero de 1905). Viaje de la Uruguay. *Boletín del Centro Naval*, XXII (255), 782 - 799.
- Gopceovich Canevari, F. (DIC de 2018). Hundimiento del Transporte Naval ARA Bahía Paraíso y Estracción de Hidrocarburos de sus Tanques. *Revista de la Escuela de Guerra Naval* (64), 125-131.
- H-205. (2020). Derrotero Argentino Parte V. Antártida y Archipiélagos Subantárticos Argentinos. Servicio de Hidrografía Naval. Buenos Aires: Talleres Artes Gráficas del SHN.
- H-233. (Agosto de 2015). Catálogo de Cartas y Publicaciones Náuticas. Servicio de Hidrografía Naval. 17. Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval.
- H-344. (2020). Normas para los levantamientos hidrográficos del Servicio de Hidrografía Naval. 1. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval.
- Hartlich, A. (2018). La Antártida Sudamericana. La representación cartográfica austral durante el primer peronismo (1943–1955). *Divulgatorio. Perfiles académicos de Posgrado. Univerisdad Nacional de Quilmes*, 3 (7), 39-60. Obtenido de <https://doi.org/10.48160/25913530di07.73>
- HCA-16. (2019). *Reporte Nacional Hidrográfico del Servicio General Marítimo de Colombia. 16° Conferencia de la Comisión Hidrográfica de la Antártida*. Praga: OHI.
- HCA-18. (2022). *Reporte Nacional de Francia (SHOM). 18° Conferencia de la Comisión Hidrográfica de la Antártida*. Berlín: OHI.

- HCA9-07.4AI. (14 de Octubre de 2009). Reporte Nacional del Servicio Hidrográfico de la Marina de la Federación Rusa. 9° Reunión de la Comisión Hidrográfica de la Antártida. OHI . Ciudad del Cabo, Sudáfrica.
- Hermelo, R. (2008). Navegación y seguridad náutica. En SHN, *Navegación Antártica* (págs. 15.1-15.3). Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval.
- Hermelo, R. A. (2008). Navegación y Seguridad Náutica. En *Navegación Antartica* (pág. Capítulo 15). Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval.
- HIDRONAV-5016. (2020). Manual del Navegante. Dirección de Hidrografía y Navegación. Marina de Guerra del Perú. Callao, Perú: Dirección de Hidrografía y Navegación.
- IHO - Internacional Hydrographic Organization. (2021). *Publicación C- 55. Estado de los Levantamientos Hidrográficos de la Cartografía Náutica a Nivel Mundial*. Mónaco.
- (2018). *Informe de Campaña*. Servicio de Hidrografía Naval.
- (2019). *Informe de Campaña*. Servicio de Hidrografía Naval.
- (2022). *Informe de Campaña*. Ciudad de Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval.
- INOCAR. (1 de Junio de 2023). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/cartografia/listado.php>
- Instrucciones Hidrográficas. (2020). *Instrucciones Hidrográficas del director del SHN N°9/20, CAV 2020/21*.
- Internacional Hydrographic Organization. (2021). *Publicación C- 55. Estado de los Levantamientos Hidrográficos de la Cartografía Náutica a Nivel Mundial*. Mónaco.
- Ley N° 19922. (23 de Noviembre de 1972). *Regimen de descentralización del Servicio de Hidrografía Naval*. República Argentina.
- Lorenzo, B., & Picasso, M. (2008). Identificación, nociones de comportamiento, y terminología de hielo marino y terrestre flotante. En *Navegación Antartica* (págs. 9.1-9.8). Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval.
- M-2. (Diciembre de 2016). La necesidad de los servicios hidrograficos nacionales. Organización Hidrográfica Internacional. 3.0.6. Mónaco: OHI.

- Marina de Guerra del Perú. (25 de Agosto de 2017). B.A.P Carrasco - Buque Oceanográfico Polar. Capacidades de investigación científica. 13° conferencia de la Comisión Hidrográfica de la Antártida. Cartagena de Indias, Colombia: OHI.
- Ministerio de Defensa. (2022). *Armada Argentina*. Obtenido de miArgentina: <https://www.argentina.gob.ar/armada/superficie/unidades/buque-oceanografico-ara-austral-q-21#:~:text=El%205%20de%20febrero%20de,actividades%20cient%C3%ADficas%20de%20inter%C3%A9s%20nacional>
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. (2021). *Sector Antartico Argentino*. Obtenido de <https://www.cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/sector-antartico-argentino>
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. (2021). *Turismo antártico*. Obtenido de <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/proteccion-del-medio-ambiente/turismo-antartico>
- Molinari, A. E. (1998). Aspectos Normativos de la Navegación Marítima en el Área del Tratado Antártico. *Revista del Instituto Argentino de Navegación*(7), 87-90.
- Montero, H. J. (27 de Agosto de 2015). Relevamientos hidrográficos en la Antártida. Carta electrónica, su empleo en altas latitudes. Ciudad de Buenos aires.
- Moreano, H. (2018). Rumbo a la Antártida. Ecuador.
- MSC/Circ 1179 - OMI. (2005). *Deficiencias in Hydrographic Surveying and Nautical Charting*. International Maritime Organization, London.
- MSC-Circ 2/1997 - OHI. (1997). *Establecimiento de Comisiones Hidrográficas*. Mónaco: Organización Hidrográfica Internacional.
- OHI. (Septiembre de 2011). Catálogo de Cartas Nacionales / internacionales. Cartas Producidas en la Antártida. Comisión Hidrográfica de la Antártida. 1.1.0. OHI.
- OHI. (2017). *Organización Hidrográfica Internacional*. Mónaco.
- OHI. (14 de Junio de 2021). 17° Conferencia de la OHI Sobre la Comisión Hidrográfica de la Antártida. OHI.

- OHI. (24 de Mayo de 2022). 18° Conferencia de la OHI sobre la Comisión Hidrográfica de la Antártida (HCA). Berlín: OHI. Obtenido de <https://iho.int/uploads/default/m/a/may-2022-4.pdf>
- OHI. (4 de Mayo de 2023). Statutes of the IHO Hydrographic Commission on Antarctica (HCA). Mónaco. Obtenido de https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/HCA/MISC/HCA_STATUTES.pdf
- OMI. (Mayo de 2015). Código Internacional para los Buques que operen en aguas Polares. OMI.
- Palet, G. (2022). *Planificación de la travesía*. Curso de formación Avanzada para Buques que Operen en Aguas Polares. Escuela de Ciencias del Mar, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 6 de Septiembre de 2022.
- Palet, G. M. (2021). Sostén Logístico Antártico: Análisis para su Modernización. En C. A. Internacionales, & C. A. CARI (Ed.), *La Argentina en la Antártida a sesenta años de vigencia del Tratado Antártico* (págs. 103-110). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Pelet, G. (2022). *Planificación de la travesía*. Curso de Formación Avanzada para Buques que Operen en Aguas Polares. Escuela de Ciencias del Mar. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 6 de Septiembre de 2022.
- Plan Anual Antártico. (2012). Plan Anual Antártico 2012 Científico, Técnico y de Servicios. Dirección Nacional del Antártico.
- Plaza, F. E. (2016). Los Primeros en el Ártico. *Revista de la Escuela de Guerra Naval* (62), 45-88.
- Pollard, J. (27 de Mayo de 2022). *China usa drones para mapear y examinar la Antártida*. recuperado el 03 de junio de 2023, de asia financiero: <https://www.asiafinanciero.com/china-using-drones-to-map-and-survey-antarctica>
- Rignot, E., Casassa, G., Gogineni, P., Krabill, W., Rivera, A., & Thomas, R. (2004). Accelerated ice discharge from the Antarctic Peninsula following the collapse of Larsen B ice shelf. *Geophysical Research Letters*, 31 (L18401), 1-4.
- Rinaldi, C. A. (AGO de 2013). Desarrollo Científico Argentino en la Antártida. (C. A. Rinaldi, Ed.) *Boletín de Centro Naval* (836), 147-149.

- S-66, O. (Enero de 2010). Las cartas electrónicas de navegación y las prescripciones de transporte; hechos. Organización Hidrográfica Internacional. 4.9.0. (O. H. Internacional, Ed.) Mónaco.
- Sanz Rodriguez, V. (2008). Empleo de la Cartografía en la Antártida. En S. d. Naval. Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval.
- Saura, O. S. (2019). Propuesta para el procesamiento automatizado de materiales cartográficos: el caso de las cartas náuticas. *Defensa Nacional* (2), 176-178.
- Secretaría General Naval. (2002). *Comentario Sobre Intereses Marítimos*. Buenos Aires, Argentina: Artes Gráficas del Servicio de Hidrografía Naval.
- Servicio de Hidrografía Naval. (2020). *Derrotero Argentino Parte V. Antártida y Archipiélagos Subantárticos Argentinos*. Buenos Aires: Talleres Artes Gráficas del SHN.
- SHN. (1 de Febrero de 2021). *Tareas hidrográficas en la Base Antártica Esperanza. Servicio de Hidrografía Naval*. Recuperado el 2 de Junio de 2023, de <http://www.hidro.gov.ar/noticias/RENoticias2.asp?idnot=1746>
- SHN. (2022). *Instrucción Hidrográfica No. 04/22 "ANTÁRTIDA 2022-23"*. Buenos Aires: SHN.
- SHOA. (12 de Diciembre de 2020). Cartas de Navegación. Valparaíso, Chile. Obtenido de <http://www.shoa.cl>
- Sisti, J. M. (2015). Mapeo de Costas en ambientes extremos, caso Isla Marambio, Antártida Argentina. *Tesis Doctoral*. Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina.
- Skvarca, P. (2008). Hielo Terrestre. En *Navegación Antártica* (págs. 5.1-5.6). Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval.
- Sobral, J. M. (1904). *Dos años entre los hielos, 1901-1903*. Buenos Aires: Impr. de J. Tragant.
- SOHMA. (5 de Junio de 2023). *Nueva carta náutica nacional en aguas antárticas. Servicio Ocanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada*. Obtenido de <https://sohma.armada.mil.uy/attachments/article/355/Nueva%20carta%20na%C%81utica%20nacional%20en%20aguas%20anta%CC%81rticas..pdf>

- SOLAS. (2009). Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en el mar, 1974. Organización Marítima Internacional. 298-299. Londres: Organización Marítima Internacional.
- SHN. (2019). *Tareas del Servicio de Hidrografía naval en el Continente Antártico*. Servicio de Hidrografía Naval.
- Turner, J., Bindschadler, R., Convey, P., Di Prisco, G., Fahrbach, E., Gutt, J., Summerhayes, C. (2009). *Antarctic Climate Change and the Environment*. Cambridge, UK: Scientific Committee on Antarctic Research. Obtenido de <https://www.scar.org/scar-library/other-publications/occasional-publications/3508-antarctic-climate-change-and-the-environment-1/file/>
- UKHO. (25 de Agosto de 2017). Oficina Hidrográfica del Reino Unido. 13ª conferencia de la Comisión Hidrográfica de la Antártida. Cartagena de Indias, Colombia: OHI.
- Uremovich, F. (11 de Abril de 2022). Los relevamientos Hidrográficos en la Antártida. (A. Amaya, Entrevistador)
- Vereda, M. (2018). *Representaciones simbólicas, producción de imágenes y usos de los espacios. La experiencia turística de los visitantes antárticos en la Antártida y en Ushuaia como destinos turísticos remotos*. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Vereda, M. (2018). Representaciones Simbólicas, Producción de Imágenes y usos de los Espacios. La Experiencia turística de los Visitantes Antárticos en la Antártida y en Ushuaia como destinos Turísticos Remotos. (Tesis de Doctor). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Vereda, M., & Jensen, M. (2021). *Las Prácticas Turísticas en la Antártida: consideraciones para su análisis desde la evolución de los flujos de visitantes y el sistema del tratado antártico*. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Comité de Estudios Antárticos.
- Vereda, M., Jensen, M., & Fontana, P. (2019). La evolución del turismo antártico y su relación con las políticas públicas nacionales y provinciales. *Registros*, 15, 4-28.
- Vetere, F. (2016). *Relevamientos hidrográficos en la Antártida*. Curso de Navegación Antártica. Escuela de Ciencias del Mar, Ciudad de Buenos Aires.

ANEXO A – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL

Tabla 1: Cartas Electrónicas Argentinas

Celda	Título	ED	Fecha ED
AR407910	Península Antártica. Bahía Margarita. De Cabo Calmette a Cabo Lanusse	1	2018
AR506510	Bahía Scotia	1	2017
AR507570	Península Trinidad. Bahía Esperanza (INT 9101)	1	2019
AR307240	Archipiélago de Palmer. De Isla Trinidad a Isla Amberes	1	2015
AR306110	Islas Orcadas del Sur (INT 9140)	1	2019
AR407620	Isla Decepción (INT 9120)	1	2022

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Cartas en Papel

Cartas Oceánicas				
Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
121	Mar de Weddell	3	1990	3.000.000
H-60	Pasaje Drake y Mar de Weddell	2	2022	5.000.000
Ruta y Recalada				
Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
H -5	Pasaje Drake	5	2022	1.500.000
H-7	Península Antártica	3	2018	1.500.000
H -700 INT 9170	Islas Shetland del Sur y Mar de la Flota	1	1997	500.000
Costeras				
Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
H -611 INT 9140	Islas Orcadas del Sur	1	2019	150.000
H-710	Isla Elefante y Clarence (Islas Shetland del Sur)	1	1977	200.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

H-711	Islas Shetland del Sur. De Isla 25 de Mayo a Isla Livingston	2	1984	200.000
H-712	Isla Shetland del Sur. De Isla Livingston Brabante a Costa Palmer	2	1986	200.000
H-713	Península Trinidad	3	1990	300.000
H-714	Archipiélago de Palmer. Estrechos de Bismark y Gerlache	2	1990	200.000
H-715	Canal Grandidier. Estrechos de Bismark y Pendleton	1	1969	200.000
H-716	Estrecho Pendleton y Matha. Bahía Lanllemand	2	1981	200.000
H-717	Bahía Margarita	1	1969	250.000
H-724 INT 9156	Península Antártica. Archipiélago de Palmer. De Isla Trinidad a Isla Amberes.	1	2010	150.000
H-733 INT 9154	De Isla Joinville a Cabo Ducorps y Punta Iglesia	1	2018	150.000
H-734 INT 9153	De Punta Iglesia a Cabo Deseado incluyendo Isla James Ross	1	2018	150.000

Cuarterones

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
101	Archipiélago Melchior y alrededores	4	1957	20.000
136	Bahía Lasserre	1	1957	30.000
137	Bahía Guardia Nacional.	1	1957	25.000
	Caleta Armonía			20.000
138	Estrecho Nelson, Espora y Mac Farlane	1	1957	50.000
	Isla Media Luna			10.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

139	Cuarterones en las Islas Shetland del Sur	1	1957	
	Isla Greenwich. Puerto Yankee			10.000
	Isla 25 de Mayo. Bahía 25 de Mayo			10.000
	Isla Livingston. Bahía Sur y Falsa			30.000
H-550	Isla Marambio	1	1990	25.000
H -601	Isla Sándwich del Sur	1	1981	
	Isla Saunders. Bahía Cordelia			20.000
	Isla Candelaria. Canal Nelson			50.000
H-651 INT 9142	Islas Orcadas del Sur. Isla Laurie. Bahía Scotia	1	2012	10.000
H-711	Islas Shetland del Sur. Isla 25 de Mayo. Caleta Potter	1	1984	10.000
H-714 INT 9101	Archipiélago de Palmer y Estrecho de Bismark y Gerlache. Puerto Arturo	2	1990	12.500
H-757 INT 9101	Península Trinidad	1	2020	
	Bahía Esperanza			10.000
	Caleta Choza			5.000
H-762 INT 9120	Isla Decepción	2	2021	50.000
	Fuelles de Neptuno			12.500
H-771	Canales Peltier y Neumayer	1	1964	30.000
H-791 INT 9111	Península Antártica. Bahía Margarita. DE Cabo Calmette a Cabo Lanusse	1	2017	25.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B – CARTAS PRODUCIDAS POR EL INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA

Tabla 3: Cartas Electrónicas Españolas

Celda	Título	FECHA ED	ED
ES40701A	Isla de la Media Luna	2019	1
ES507001	Isla de Livingston. Base Juan Carlos I	2017	1
ES507002	Península de Byers	2016	2
ES507003	Bahía Fumarolas	2020	1
ES40700A	Isla Livingston	2021	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cartas en Papel Españolas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
7003	Fuelles de Neptuno	1	2018	1500
700A INT 9121	De punta Barbard a campamento Byers	2	2019	40000
(PLAN A)	Isla de Media Luna	2	2019	25000
7002 INT 9119	Península de Byers (campamento Byers)	2	2016	10000
	Campamento Byers			6000
	Bahía Fumarolas (Base Gabriel de Castilla)			10000
7001 INT 9128	Isla de Livingston. Base Juan Carlos I.	1	2017	5000
011 ANT	Arthur Harbor	1	1991	5000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE

Tabla 5: Cartas Electrónicas Chilenas

Celda	Título	ED	FECHA ED
CL3MA800	Rada Covadonga a Isla Trinidad (INT 9155)	1	2006
CL3MA850	Isla Decepción	3	2016
CL5MA870	Caleta Balleneros y Accesos	3	2021
CL3MA820	Estrecho Nelson	3	2016
CL4MA950	Caleta Armonía	1	2015
CL4MA600	Bahía Fildes	1	2015
CL4MA956	Bahía Markmann a Bahía Andvord (Celda Norte)	1	2018
CL4MA957	Bahía Markmann a Bahía Andvord (Celda Sur)	1	2018
CL5MA860	Caleta Snow	1	2006
CL5MA890	Rada Covadonga y Accesos (INT 9102)	2	2021
CL5MA930	Caleta Poter (INT 9123)	1	2014
CL5MA950	Caleta Marian (INT 9123)	1	2014
CL5MA970	Caleta Ardley (INT 9123)	1	2014
CL5MA990	Caleta Gloria (INT 9135)	1	2014
CL5MA975	Ensenadas Mackellar y Martel	1	2021

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Cartas papel oceánicas chilenas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
580	Canal Beagle a Islas Shetland del Sur Territorio Antártico Chileno		1968	1.300.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

590	Isla Joinville a Isla Alejandro I Territorio Antártico Chileno		1971	1.000.000
-----	---	--	------	-----------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Cartas papel navegación costera chilenas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
14000	Isla Elefante a Isla Trinidad	2	1994	500.000
14210	Bahía Almirantazgo - Isla Rey Jorge - Territorio Antártico	2	1969	40.000
14211 INT 9123	Caletas en Bahía Fildes - Islas Shetland del Sur	2	2007	30.000
	Caleta Potter	2	2007	12.000
	Caleta Ardley	2	2007	12.000
	Caleta Marian	2	2007	12.000
14212 INT 9124	Bahía Fildes - Antártica - Islas Shetland Del Sur		2007	30.000
14213	Ensenada Mackellar y Martel	1	2021	15.000
14220	Estrecho Nelson		2012	50.000
	Caleta Armonía		2012	25.000
14230	Estrecho Inglés y Paso Lautaro Territorio Antártico Chileno	2	1975	40.000
14231 INT 9122	Puerto Soberanía, Ensenadas Rojas e Iquique (Bahía Chile) - Islas Shetland Del Sur - Antártica		1998	
	Bahía Chile		1998	20.000
	Puerto Soberanía, Ensenadas Rojas e Iquique		1998	5.000
14232	Caletas En El Territorio Antártico Chileno			
	Caleta Copper Mine - Isla Roberts		1958	6.000
14233	Caleta Nailon Territorio Antártico Chileno		1975	8.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

14311	Cabo Shirreff - Isla Livingston Territorio Chileno Antártico		1994	15.000
14313	Caleta Snow (Islas Shetland del Sur)		1999	20.000
14330	Territorio Chileno Antártico Islas Shetland del Sur Isla Decepción y Caleta Balleneros		2007	
	Isla Decepción		2007	50.000
	Caleta Balleneros y Accesos		2007	10.000
14400 INT 9155	Estrecho Bransfield - Rada Covadonga a Isla Trinidad	2	2019	150.000
14511 INT 9102	Antártica - Estrecho Bransfield Rada Covadonga y Accesos		2021	10.000
15000	Isla Trinidad a Estrecho Matha	2	1972	500.000
15215	Puertos en el Territorio Antártico Chileno	2	1969	
	Archipiélago Melchior	2	1969	20.000
	Bahía Hope	2	1969	30.000
	Seno Discovery	2	1969	20.000
	Puertos Angamos y Lockroy	2	1969	10.000
	Caleta Hackapike	2	1969	15.000
15300	Estrecho de Gerlache	2	1974	200.000
15340 INT 9103	Bahía Markmann a Bahía Andvord		2017	50.000
15350 INT 9104	Territorio Chileno Antártico Estrecho de Gerlache, islote Useful a isla Wednesday	2	2019	50.000
15351 INT 9134	Fondeaderos en Canales Neumayer y Peltier		2015	30.000
15352 INT 9135	Territorio Chileno Antártico Bahía Paraíso - Caleta Gloria		2013	7.000
15400	Canal Grandidier - Territorio Antártico Chileno	2	1969	200.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

15500	Estrecho Pendleton a Estrecho Matha - Territorio Antártico Chileno		1963	200.000
16000	Territorio Chileno Antártico Estrecho Matha a Isla Rothschild	2	1998	500.000
16411	Bahía Neny Territorio Antártico Chileno		1969	20.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D – CARTAS PRODUCIDAS POR EL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA

Tabla 7: Cartas Electrónicas ecuatorianas

Celda	Título	ED	FECHA ED
EC570001	Punta Fort William	1	2023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Cartas papel de Ecuador

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
70001 INT 9129	Punta Fort Williamms – Isla Grenwich - Antártida	2	2018	15.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO E – CARTAS PRODUCIDAS POR LA DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN

Tabla 9: Cartas papel peruanas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
7113 9125 INT	Antártida - Isla Rey Jorge Ensenada Mackellar	1	2021	15.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO F – CARTAS PRODUCIDAS POR LA NATIONAL GEOSPATIAL INTELLIGENCE AGENCY Y LA NATIONAL OCEANIC AND ATMOSHERIC ADMINISTRATION

Tabla 10: Cartas Electrónicas estadounidenses

Celda	Título	Fecha ED	ED
US5AN01M	Approaches to Arhur Harbor	2018	3
US30029K	Vahsel Bay and Vicinity, including Belgrano Station II	2013	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Cartas papel estadounidenses

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
29002	Antarctic peninsula		1981	1.500.000
29005	Cape Herlacher to Matha strait		1976	1.500.000
29025	Cape Norvegia to Riiser-Larsen peninsula		1961	1.500.000
29030	Weddell sea		1975	1.500.000
29180	Eights coast and George Bryan coast Plan A - Peter I islan		1961	500.000
29720	Princess Martha coast		1957	500.000
29741	Duke Ernst bay to cape Norvegia		1982	200.000
29742 INT 9062	Vahsel Bay and Vicinity, including Belgrano Station II	1	2012	200.000
29781	Nantucket inlet to Vahsel bay		1985	200.000
29123 INT 9105	Approaches to Arhur Harbor		2011	25.000
(PLAN A)	Arhur Harbor		2001	12.500
29106	Plans in Marguerite Bay and Adelaide Island		1984	30.000
29124	Gerlache strait		1967	50.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

29125	Flandres bay and approaches		1967	50.000
29127	Matha strait to Argentine islands		1997	200.000
29141	Square bay to Matha strait including Adelaide island		1988	200.000
29142	Alexander island to Square bay including Marguerite bay		1996	200.000
29101	Deception island to King George island		1997	200.000
29104	King George island to Clarence island		1997	200.000
29105	King George island to Corry island		1997	200.000
29121	Dallmann bay to Deception island		1997	200.000
29122	Argentine islands to Dallmann island		1997	200.000
29128	Corry island to Robertson island		1997	200.000
29107	South Orkney islands		1984	200.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO G – CARTAS PRODUCIDAS POR EL SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA MARINA DE LA FEDERACIÓN RUSA

Tabla 12: Cartas Electrónicas rusas

Celda	Título	Fecha ED	ED
RU2ANEH0	Atlantic Ocean The Antarctic Coast Weddell Sea Cabo Rol to Vashel Bay	2011	1
RU2A1AD0	Pacific Ocean Antartic Coas La Voisier (Nansen) Island to Aleksandr I Land	2011	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Cartas papel rusas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
30055	South-West part of Atlantic ocean		1995	5.000.000
30131	Weddell sea		1996	2.000.000
30156	South Sandwich islands region		1993	2.000.000
30157	South Orkney islands		1989	2.000.000
31140	South Shetland islands and Trinity peninsula		1990	500.000
31142	Cape Frammes to James Ross island		1988	500.000
31143	Larsen shelf glacier		1987	500.000
31144	Cape Deacon to Steele island		1987	500.000
31145	Sincer bay to cape Deacon		1987	500.000
31146	Farell bay to cape Emperor		1987	500.000
31147 INT 9060	Cape Roule to Farell bay		2000	500.000
31148	SW part shelf glacier Riiser-Larsenisen		1985	500.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

31149	Scientific station Georg von Neumayer to Selbukta		1986	500.000
31150	Muskegbukta bay to Atka gulf		1986	500.000
31565	Approaches to South Orkney islands		1988	500.000
31567	Drake Passage, Area N. of South Shetland Islands		1985	500.000
50125	Antarctic peninsula		1993	2.000.000
51093	Bellingshausen sea, Bryan coast to Noville peninsula		1986	500.000
51094	Bellingshausen sea, terra Alexander I to Bryan coast		1986	500.000
51098 INT 9172	Islands Lavoisier to terra Alexander I		1999	500.000
51099	South Shetland islands to Biscoe islands		1992	500.000
55992	Gerlache strait, southern part		1985	50.000
55990	Bismarck strait Plan A - Arthur harbour		1993	50.000
55991	Flandres bay and approaches		1996	50.000
58992	Plans in Marguerite Bay and Adelaide Island		1985	30.000
32902	Eastern part of South Shetland islands		1991	200.000
32903	Western part of South Shetland islands		1991	200.000
32905	Island Trinity to island Anvers		1994	200.000
35902	Bahia Guardia Nacional	2	2000	25.000
35903	Teil (Deception) island	2	1995	50.000
38902	Plans in South Shetland islands	2	1997	25.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

38903	Ardley cove		1989	5.000
52952	Island Anvers to island Renaud		1991	200.000
33900	South Orkney islands		1989	150.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H – CARTAS PRODUCIDAS POR UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE

Tabla 14: Cartas Electrónicas británicas

Celda	Título	Fecha ED	ED
GB104906	Weddell Sea (INT 906)	2020	6
GB104907	Approaches to the Antarctic Peninsula (INT 907)	2022	9
GB203572	Brabant island to Adelaid Island (INT 9171)	2022	2
GB503209	Plans in Erebus and Terror Gulf – Devil Island (INT 9130)	2020	1
GB47201A	Marguerite Bay - British Antarctic Survey Base Rothera	2019	6
GB303629	Approaches to Halley Base	2018	3
GB372210	Antarctica Graham Land – Joinville Island to Egg Island and Coupvent Point	2020	10
GB372220	Antarctica Graham Land – Vega Island to Cape Longing including James Ross Island	2022	7
GB372110	Antartica – Graham Land – Anvers Island to Renaud Island	2021	13
GB300447	Antartica – Graham Land – Pendleton Strait to Grandidier Channel	2021	4
GB302975	Antarctica – Graham Land – Matha Strait to Larrouy Island	2023	7
GB302974	Adelaide Island to Neny Fjord	2022	11
GB401779	Approaches to Signy Island	2023	2
GB403207	Graham Land – Gerlache Strait – Bluff Island to Emma Island	2023	5
GB43209C	Graham Land – Approaches to Snow Hill Island	2020	1
GB403208	Plans in Antarctic Sound – Paulet Island	2021	2

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

GB43208B	Plans in Antarctic Sound – Fridtjof Sound	2019	2
GB43209A	Graham Land – Red Island to Devil Island	2020	1
GB43463A	English Strait	2023	3
GB43463B	Melchior Island	2022	4
GB403206	Graham Land – Gerlache Strait to Orleans Strait	2023	3
GB400445	Graham Land – Lemaire Channel	2019	5
GB47211A	Graham Land – Argentine Islands and Approaches	2021	14
GB400451	Grandidier Channel	2021	3
GB400448	Pendleton Strait to Harrison Passage	2021	4
GB400450	Graham Land – Crystal Sound to Pendleton Strait	2021	6
GB53463C	Detaille Island	2019	2
GB57211A	Graham Land – Port Lockroy	2019	5
GB53208C	Plans in Antarctic Sound – Brown Bluff	2021	2
GB53210A	Elephant Island – Port Wild	2020	1
GB53210C	Yankee Harbour	2020	1
GB503209	Graham Land – Devil Island	2020	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Cartas papel británicas

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
3200	Falkland islands to Graham Land and South Sandwich islands	4	2020	3.750.000
3629 INT 9061	Approaches to Halley Base	1	2005	200.000
4212	Drake Passage	6	2020	3.500.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

4213	Scotia Sea	7	2020	3.500.000
4906 INT 906	Weddell Sea	2	2020	2.000.000
4907 INT 907	Approaches to the Antarctic Peninsula	2	2020	2.000.000
445 INT 9118	Lemaire Channel	1	2015	35.000
446 INT 9158	Anvers Island to Renaud Island	2	2003	150.000
447 INT 9159	Pendleton Strait and Grandier Channel	1	2018	150.000
450 INT 9131	Crystal Sound to Pendleton Strait	1	2017	75.000
2975 INT 9160	Crystal Sound	1	2018	150.000
2974 INT 9163	Adelaide island to Neny Fjord	1	2012	150.000
3206 INT 9165	Gerlache Strait to Orleans Strait	1	2018	50.000
3207 INT 9166	Gerlache Strait Bluff Island to Emma Island	1	2019	50.000
3462 INT 9109	British Antarctic Survey Base Rothera	4	1999	25.000
3463 INT 9117	Plans in Graham Land and South Shetland Islands	1	2017	
(PLAN A)	Plan A English Strait	1	2017	25.000
(PLAN B)	Plan B Melchior Islands	1	2017	30.000
(PLAN C)	Plan C Detaille Island	1	2017	10.000
448 INT 9107	Pendleton Strait	1	2015	50.000
3560	Gerlache strait, northern part	2	1988	200.000
3566	Gerlache strait, southern part	3	1988	200.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

3572 INT 9171	Brabant island to Adelaide island	1	2020	500.000
3571	Lavoisier island to Alexander island	10	2020	500.000
3575 INT 9106	Argentine Islands and Approaches	2	1996	60.000
(PLAN A)	Argentine Islands	2	1996	15.000
3577	Adelaide island, south western approaches	4	1995	75.000
3579 INT 908	Rydberg Peninsula to Siple Island	1	2020	2.000.000
225 INT 9154	Joinville island to cape Ducorps and Church point	4	2012	150.000
227 INT 9153	Church point to cape Longing including James Ross island	4	2012	150.000
449	Elephant Island and Approaches	1	2008	200.000
1776	Livingston Island to King George Island	2	1991	2.000.000
226	Deception island	3	2022	50.000
3205	South Shetland islands and Bransfield strait	12	2020	5.000.000
3213	Plans in Graham Land	3	1973	350.000
3208 INT 9114	Plans in Antarctic Sound	1	2019	
(PLAN A)	Plan A - Fridtjof Sound	1	2019	50.000
(PLAN B)	Plan B - Brown Bluff	1	2019	12.500
(PLAN C)	Plan C – Paulet Island	1	2019	25.000
1740	Bond Point Brunow Bay	1	2004	35.000
1741	Plans in Greenwich Island	1	2006	20.000

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

1774	Plans in the South Shetland Islands	4	1994	100.000
1775	South Orkney islands	3	1997	2.000.000
1779 INT 9141	Approaches to Signy Island	1	2006	50.000
(PLAN A)	Plan A – Borge Bay and Approaches	1	2006	10.000
3209 INT 9130	Plans in Erebus and Terror Gulf	1	2020	200.000
(PART A)	Red Island to Devil Island	1	2020	750.000
(PART B)	Devil Island	1	2020	75.000
(PART C)	Approaches to Snow Hill IslandView Point	1	2020	75.000
3210 INT 9112	Plans in Bransfield Strait	1	2020	
(PLAN A)	Plan A - Point Wild	1	2020	
(PLAN B)	Plan B - Penguin Island	1	2020	
(PLAN C)	Plan C - Yankee Harbour	1	2020	
451 INT 9132	Grandidier channel	1	2015	75.000
4024	Weddell Sea to Mar del Plata	6	2020	10.000.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO I – CARTAS PRODUCIDAS POR LA DIRECTORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

Tabla 16: Cartas electrónicas brasileñas en la región Antártica

Celda	Título	FECHA ED	ED
BR325110	Antártica - Ilha Elefante e proximidades		3
BR425119	Antártica – Ilhas Shetland do sul – baía sherrat (Ilha Rei George)	2021	2
BR425120	Antártica – Ilhas Shetland do sul – Baía Rei George (Ilha Rei George)	2022	6
BR425121	Baía do Almirantado (Ilha Rei George)	2022	7
BR525121	Enseada Martel	2022	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Cartas papel brasileñas en la región Antártica

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
25110 INT.9150	Ilha Elefante e Proximidades	2	2009	200.000
25115	Antártica – Ilhas Shetland Do Sul – Ilha Elefante		2005	100.000
25119 INT.9127	Antártica – Ilhas Shetland Do Sul – Baía Sherrat (Ilha Rei George)	2	2013	40.000
25120 INT.9126	Antártica – Ilhas Shetland do Sul – Baía Rei George (Ilha Rei George)	2	2013	40.000
25121 INT 9125	Baía do Almirantado (Ilha Rei George)	2	2016	40.000
25121 (PLANO A)	Enseada Martel	2	2016	20.000
25121 (PLANO B)	Estação Arctowski	2	2016	15.000
25121 (PLANO C)	Estação Machu Picchu	2	2016	15.000
25122	Baía Maxwell (Ilha Rei George)		1994	40.000
25122 (PLANO C)	Enseada Ardley e Baía Edgell		1994	20.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO J – CARTAS PRODUCIDAS POR ALEMANIA

Tabla 18: Cartas Electrónicas británicas

Celda	Título	Fecha ED	ED
DE160000	Northern Weddell Sea	2017	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Cartas papel alemanas en la región Antártica

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala:
1700 INT 905	Northern Weddell Sea	1	2017	2.000.000
1701 INT 9055	Atka Iceport to Trolltunga	1	2009	500.000
1702 INT 9057	Approaches to Atka Iceport	1	2009	300.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO K – CARTAS PRODUCIDAS POR FRANCIA

Tabla 20: Cartas papel francesas en la región Antártica

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
7363	Passage de Drake		1994	2.070.000
7364	Mer du Scotia		1994	2.070.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO L – CARTAS PRODUCIDAS POR URUGUAY

Tabla 21: Cartas papel uruguayas en la región Antártica

Número	Título	ED	Fecha ED	Escala 1:
1111	Aproximación a Base Científica Antártica Artigas y bases en Península Fildes	2	2022	7.000

Fuente: Elaboración propia

ANEXO M – PLAN DE ACTIVIDADES ANTÁRTICAS

Tabla 22: Resumen de Actividades de Relevamiento Cartográfico Volcadas en el PAA

Plan	Buques Previstos	Actividad a Desarrollar	Días Previstos	Consideraciones Particulares
PAA 2017/18 ^a	ARA Almirante Irizar ARA Estrecho de San Carlos ARA Canal Beagle	Relevamiento hidrográfico y topográfico.	A definir	Alojamiento y traslado de 1 persona en buque logístico/científico según itinerario del buque.
		Levantamientos hidrográficos en la zona de bahía Guardia Nacional y caleta Potter.	45	Alojamiento, traslado y apoyo para 8 personas en buque científico.
		Recabar datos necesarios para elaborar la Cartas INT Nro. 9140 (Islas Orcadas del Sur)	35	Alojamiento, traslado y apoyo para 12 personas en buque científico.
		Recabar datos necesarios para elaborar la Cartas INT Nro. 9115 (Islas Dundee)	30	Alojamiento, traslado y apoyo para 6 personas en buque científico.
PAA 2018/19 ^b	ARA Almirante Irizar ARA Bahía Agradable	Realizar levantamientos hidrográficos en la zona de bahía Guardia Nacional y caleta Potter.	30	Alojamiento, traslado para 8 personas. Un bote neumático y apoyo de Base Carlini.
		Recabar datos necesarios para elaborar las Cartas INT Nro. 9115 (Islas Dundee) y 9140 (Islas Orcadas del Sur)	35	Alojamiento y traslado en buque para 12 personas. Un bote neumático. Apoyo de Base Orcadas.
		Recabar datos necesarios para elaborar las Cartas INT Nro. 9115 (Islas Dundee).	15	Traslado y alojamiento para 2 personas. Apoyo Base Petrel.

La producción cartográfica en el Sector Antártico Argentino

PAA 2019/20 ^c	ARA Almirante Irizar ARA Bahía Agradable	Actualizar accidentes náuticos y puntos notables de la geografía antártica. Realizar tareas topográficas en la zona de Estrecho Active, Isla Dundee. Continuar con las tareas hidrográficas para el mantenimiento, edición y publicación de las Cartas Int 9115 e INT 9140, Cuarterón Base Marambio.	90	Traslado y alojamiento para 7 personas. Apoyo de Base Petrel, Orcadas y Marambio. Sobrevuelo en helicóptero y bote neumático.
		Actualizar accidentes náuticos y puntos notables de la geografía antártica y realizar tareas topográficas en Cuarterón Base Teniente Cámara (H138) y Cuarterón Bahía Paraíso.	90	Traslado y alojamiento para 7 personas. Sobrevuelo en helicóptero y bote neumático. Apoyo Base Brown y Base Cámara.
PAA 2021/22 ^d	ARA Almirante Irizar ARA Puerto Argentino	Continuar con las tareas de relevamientos batimétricos, topográficos y oceanográficos en la zona de Base Petrel en el Estrecho Active e Isla Dundee, a efectos de confeccionar la cartografía oficial correspondiente a la carta INT 9115.	120	Apoyo de buque en zona de la base. Bote neumático. Personal afectado 10.
		Efectuar tareas de relevamiento batimétrico, topográfico y oceanográfico en la zona de Base Marambio, a efectos de confeccionar la nueva cartografía náutica oficial del sector - Carta INT 9100".	120	Apoyo de buque en zona de la base. Bote neumático. Personal afectado 10.

Nota. ^a Plan Anual Antártico (2017, págs. 222-223). ^b Plan Anual Antártico (2018, págs. 204 -206). ^c Plan Anual Antártico (2019, págs. 201-202). ^d Plan Anual Antártico (2021, págs. 217-218).

Fuente: Elaboración propia