

CAPÍTULO SEGUNDO

CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA

CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA

Por JOSÉ M.^a FERNÁNDEZ LÓPEZ

Antecedentes

En el mes de febrero de 1988 el buque chileno *Río Baker* fondeaba frente a la recién instalada base antártica española *Juan Carlos I*, en el extremo NW de la bahía sur de la isla de Livingston de la Shetland del Sur; a bordo los componentes de la primera expedición española del Ministerio de Defensa a la Antártida.

En esta simple maniobra de fondeo lo que sorprendía era la cartografía utilizada para la navegación: una carta escala 1:500.000 del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile.

En el mes de octubre de 1987 la Sección de Hidrografía del Instituto Hidrográfico de la Marina en Cádiz recibió la orden de preparar un equipo que, como Comisión Hidrográfica, se incorporaría a la expedición del Ministerio de Defensa a la Antártida. Se procedió a alistar el material para el trabajo de topografía y de sondas a enviar a Chile para su embarque en el buque *Río Baker*. El material fue preparado, pero la gran dificultad que encontró la Comisión Hidrográfica fue conseguir documentación suficiente sobre las previstas zonas de trabajo. Unas cartas náuticas de pequeña escala del Almirantazgo Británico fue lo único que se pudo aportar; no existían mapas topográficos, cartas de gran escala, reseñas de vértices, datos de mareas. En resumen, nada de la documentación habitual para acometer este tipo de trabajos.

Cartografía náutica

Una carta náutica es el elemento imprescindible para efectuar la navegación de un buque con un mínimo de garantía de seguridad, siendo complementada esta carta con una serie de publicaciones como son los derroteros, libros de faros y tablas de marea.

La carta náutica es un documento que refleja sobre un plano la batimetría, fondos marinos y la línea de costa necesaria para situar el buque en la mar, de forma que éste pueda navegar evitando aquellos fondos mínimos que signifiquen un riesgo en función de su calado.

Este documento analógico no es otra cosa que el resultado de un muestreo estadístico en el que se refleja el resultado de los trabajos de sondas. Cada profundidad marcada en la carta tiene que estar situada en el plano y a la vez indicar la altura sobre el fondo.

Regulación

La elaboración y mantenimiento de la cartografía náutica de las distintas zonas del mundo es responsabilidad de los Estados costeros; la normalización del contenido de las cartas así como los requerimientos para la elaboración de éstas está coordinado por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). En el caso concreto de la zona antártica no existía una responsabilidad establecida dada la especial situación de ella, tradicionalmente una serie de países habían venido efectuando levantamientos.

En el año 1991 la OHI editó la publicación *Situación mundial de los levantamientos hidrográficos y cartografía náutica*, en la cual se incluían los datos obtenidos de una serie de países marítimos y su objetivo era presentar la situación real de la hidrografía a lo largo del mundo y en consecuencia identificar las necesidades futuras de levantamientos y cartografía para la seguridad de la navegación y protección del medio ambiente marino.

Como consecuencia de la invitación efectuada a la OHI, para participar como experto en los trabajos de la XV Reunión Consultiva sobre la Antártida, y de la necesidad de mejorar la coordinación de los levantamientos hidrográficos y cartografía dado el incremento de actividad y tráfico marítimo en el área, la Oficina Hidrográfica Internacional estableció los procedimientos para obtener un informe de los Estados miembros de la OHI sobre sus actividades en la Antártida. Los datos obtenidos se incluyeron

como un apéndice de la publicación anteriormente citada. Los Estados que contribuyeron a la encuesta fueron los siguientes: Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Chile, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Reino Unido y Rusia, es decir todos aquellos que hasta la fecha habían efectuado en mayor o menor medida trabajos hidrográficos en aquellas aguas. Un total de 196 cartas fueron las contabilizadas para todo el continente antártico y sus islas; los números de cartas por país eran en aquellas fechas los siguientes: Rusia 71, Estados Unidos 35, Reino Unido 26, Argentina 24, Chile 20, Australia 5, Japón 5, Italia 2 y España 2.

En los trabajos de la XIV Conferencia Hidrográfica en 1992 se acordaron los principios sobre los que se debería abordar un plan coordinado de cartografía antártica; un sumario de estos principios sería:

- Las cartas deberán ser las adecuadas para la navegación internacional.
- Las especificaciones serán uniformes.
- La cobertura será la más adecuada posible con un mínimo número de cartas para asegurar el acceso normal a las bases científicas permanentes y áreas visitadas regularmente por los cruceros turísticos.

Se procurará que la cobertura se efectúe con un número mínimo de cartas como solución más económica tanto para el productor como el usuario.

Una vez establecido el esquema internacional de cartografía para la región antártica se identificaron un total de 17 cartas de pequeña escala, asignándose como países productores a: Australia, Chile, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido y Rusia. Para la zona del continente antártico, excluyendo la península Antártica y las islas Shetland y Orkney, se identificaron un total de 34 cartas de mediana y gran escala, como países productores se asignaron los relacionados en el grupo anterior más India, Italia y Japón. Para la zona de la península Antártica e islas Shetland y Orkney se identificaron un total de 41 cartas de mediana y gran escala y los países responsables de su producción son: Argentina, Brasil, Chile, España, Estados Unidos, Perú, Reino Unido y Rusia.

En el informe presentado por la OHI en la XXIII Reunión Consultiva del Tratado Antártico en mayo de 1999, se señala que los centros hidrográficos de los Estados miembros de la OHI han continuado con sus progresos de levantamientos hidrográficos y mejoras de cartografía en el área antártica; se nombran los países que están llevando a cabo actividades hidrográfi-

cas regulares en la zona, los cuales son los anteriormente citados más Alemania, Corea, China, Ecuador, Suráfrica, Ucrania y Uruguay.

Este incremento en menos de 10 años de países participantes en actividades hidrográficas, da una idea clara de la importancia de mejorar la cartografía de las aguas antárticas en interés de la seguridad en la navegación, y para evitar todo riesgo de contaminación medioambiental como resultado de un naufragio, según resolución de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico de Seúl de 1995.

En la reunión de 1998 del grupo de geodesia e información geográfica del Comité Científico para la Investigación Antártica (SCAR), se estableció que la batimetría es uno de los cuatros componentes fundamentales del conjunto de la Infraestructura de Datos Espaciales Antárticos (ASDI). Una cantidad significativa de datos batimétricos detallados de la Antártida son custodiados por países miembros de la OHI. A su vez la OHI está trabajando con la Organización para Estandarización Internacional para establecer la normalización para la obtención, archivo y transferencia de datos batimétricos, lo cual será de una gran ayuda para la construcción del ASDI.

Con todo lo expuesto hasta aquí he querido resaltar el enorme interés que en los últimos 10 años la OHI ha demostrado en coordinar los esfuerzos cartográficos en esta zona, a diferencia de lo que venía sucediendo anteriormente. Los países llevaban a cabo sus levantamientos en función de sus intereses puntuales, en el entorno de sus bases o zonas de trabajos, dándose el caso de que a pesar de la escasa cartografía y lo costoso de su obtención, algunas zonas fueron repetidas al no existir coordinación alguna entre países.

No solamente los esfuerzos de la OHI se han reflejado en el establecimiento de un plan cartográfico antártico sino en la definición de una serie de nuevos símbolos específicos para la cartografía de la zona, intentando incluir la mayor cantidad de los existentes para cartas de otras aguas.

La Organización Marítima Internacional (OMI) está en proceso de elaboración de un *Código internacional para la seguridad de los buques en aguas polares*. En su introducción se dice que:

«... los buques que navegan en aguas polares están expuestos a una serie de riesgos singulares. Las malas condiciones meteorológicas y la relativa carencia de buenas cartas, sistemas de comunicaciones, y otras ayudas a la navegación suponen un desafío para los navegantes ...»

A pesar de este preámbulo este código de navegación polar está principalmente dedicado al establecimiento de las características técnicas de los buques y el adiestramiento del personal, sin entrar en la infraestructura de la navegación antártica de la cual las cartas son uno de sus más significativos elementos.

Como se señaló anteriormente, el esfuerzo cartográfico en la Antártida se ha ido incrementando en los últimos años; hay que destacar que la elaboración de una carta náutica es un proceso muy costoso en cualquier zona marítima, de hecho sólo organismos oficiales de los países ribereños son los encargados de su producción dado el elevado número de recursos que hay que movilizar para llevar a cabo todo el proceso desde la obtención de datos, su tratamiento, controles de calidad, edición y distribución. Si a este proceso normal se le añaden las dificultades de efectuar los trabajos en las aguas antárticas, con una meteorología difícil, carencia de redes geodésicas, dificultad de movimiento en tierra, trabajos de sondas impedidos en muchas ocasiones por aguas heladas, y lo corto de las campañas en los periodos de los veranos antárticos, además que en la movilización de recursos humanos y materiales se puede interferir con otras actividades, ya sean logísticas o científicas, del resto del personal de la campaña.

Otro problema que se manifiesta en la cartografía antártica es el de la nomenclatura geográfica ya que no guarda similitud con ninguna otra área de tamaño similar. La Antártida no tiene establecimientos o núcleos de población permanentes, y aún en el caso de las bases y destacamentos con ocupación continua, el personal se renueva al cabo de unos pocos meses, nunca más de un año. Ello influye en la toponimia a utilizar, faltando ese hilo de conducción que son los habitantes de un país que han ido nombrando los accidentes geográficos del terreno. Por otra parte la diversidad de países que han operado en la Antártida ha llevado a una profusión de nombres geográficos, que una vez son traducidos a otras lenguas o que el mismo accidente es conocido por distintos nombres.

Esto implica una deficiencia en la cartografía que no sólo es un problema formal sino que en algunos casos puede suponer riesgos en labores de coordinación de rescates, o bien de tipo administrativo o científico al dar referencias para localización de yacimientos, afloramientos, colonias de animales, etc.

Países con tradición en trabajos cartográficos, en la zona de la Península e islas Shetland estos países son Argentina, Chile y Reino Unido, tienen establecidas políticas o normas toponímicas, que en cierto sentido se han

venido respetando aunque en algunas ocasiones han provocado ciertas discrepancias.

Levantamientos españoles

La elaboración de una carta náutica implica la situación sobre un plano de todos los puntos relevantes incluidos en el ámbito geográfico del mismo, para ello, una vez elegido el elipsoide y sistema de proyección a emplear, se procede a partir de dos puntos de los que se conoce su posición geográfica a su traslado por medios geodésicos o topográficos para el cálculo de la posición del resto de los puntos que van a ser situados sobre la carta constituyendo una Red de Control Hidrográfico (RCH).

De los dos puntos de partida o puntos fundamentales son conocidos con exactitud su latitud, longitud, azimut directo y recíproco y distancia entre ellos. Normalmente estos puntos son pertenecientes a redes de triangulación compensadas y ya conocidas. En el caso particular de la isla de Livingston no existía medida alguna de la que se tuviese documentación. En consecuencia el primer cometido de la Comisión Hidrográfica fue la determinación de los dos puntos fundamentales. Debido a la especial climatología de las Shetland del Sur se descartó la utilización de observaciones astronómicas decidiéndose el empleo de receptores del sistema de navegación por satélite *Transit* estacionados en el entorno de la base antártica. En 1988 la cobertura del conocido sistema actual Sistema de Posicionamiento Global (GPS) no era la adecuada, por ello se decidió el empleo del *Transit*. La observación se efectuó de forma permanente durante la totalidad del tiempo que duró la campaña, obteniéndose los datos de latitud y longitud para cada una de los puntos con suficiente garantía. El azimut directo y recíproco se obtuvieron por medición directa con respecto al Sol y la distancia base entre ellos por medición con distanciómetro láser.

A partir de esta base de partida se estableció una red de triangulación para la determinación de los puntos de control, apoyados en estos puntos se efectuaron caminamientos taquimétricos para la determinación de la línea de costa, así como de los puntos notables que deberían figurar en la carta para ayuda a la navegación.

Simultáneamente con estos trabajos se estaba procediendo al registro continuo de los datos de marea por medio de dos correntímetros automáticos *Aanderaa* fondeados en la caleta cercana a la base antártica.

Finalizados los trabajos de tierra se procedió a la obtención de las sondas por medio de un sondador acústico instalado en el bote de salvamento del

Río Baker. Para la situación del bote de forma continua se instalaron en distintos puntos de la bahía sur cuatro estaciones radioeléctricas del Sistema TRISPONDER, cuyas señales eran recogidas a bordo del bote de sondas e integradas con las profundidades obtenidas por medio de un Sistema AUTOCARTA de navegación.

El resultado de estos trabajos fue la obtención de un parcelario, el cual fue procesado en tiempo real a fin de efectuar los correspondientes controles de calidad antes de abandonar la zona de trabajos en la Antártida. De este parcelario se obtuvo y se editó en el Instituto Hidrográfico de la Marina en Cádiz en el verano de 1988 la primera carta española de la Antártida, la *ANT 001-Base Juan Carlos I. De punta Polaca a punta Larisa*. Escala 1:5.000.

Dada la premura de aquella primera campaña, no se dispuso del tiempo suficiente para efectuar la densidad de sondas previstas para la escala del levantamiento, así como lo complejo de la zona y la falta de datos anteriores obligó a la utilización de un sistema que asegurase la fiabilidad del levantamiento, para ello se empleó un sonar de barrido lateral con el que se obtuvo la sonografía de toda el área. Hay que señalar que esta técnica sólo se utiliza en muy determinadas circunstancias en levantamientos en aguas restringidas.

Con este resumen de los trabajos efectuados por la Comisión Hidrográfica como componentes de aquella primera expedición del Ministerio de Defensa a la Antártida, se ha querido significar la voluntad del Instituto Hidrográfico de la Marina de que los trabajos que se efectuasen en la Antártida desde el primer momento tuviesen la misma calidad que cualquier otro levantamiento de los que rutinariamente se viene efectuando en aguas nacionales. Para ello hay que destacar las dificultades que existieron al tomar la decisión del material a utilizar, y su alistamiento en menos de 45 días para su remisión por vía aérea a punta Arenas para su embarque en el *Río Baker*, considerando el desconocimiento y falta de documentación que en aquel momento se tenía de la zona a hidrografiar.

La experiencia obtenida en este primer levantamiento sirvió para la planificación de la segunda campaña, correspondiente al verano antártico 1988-1989. Asimismo se activó una Comisión Hidrográfica, con la ventaja con respecto al año anterior que el buque utilizado fue el remolcador de la Armada *Las Palmas*, habilitado para navegar en aquellas aguas. En este buque se instaló diverso material hidrográfico y oceanográfico.

Los levantamientos se proyectaron como continuación de los de la campaña anterior. Se continuaron las observaciones de mareas, se amplió la RCH en bahía sur de la isla de Livingston. Como bote de sondas se utilizó una embarcación semirrígida equipada especialmente tanto con sondador como sistemas de posicionamiento, de navegación y de integración de sondas. El rendimiento del equipo fue excelente, obteniendo como resultado un parcelario con el que se editó en el verano de 1989 la carta *002-ANT Bahía Sur. De ensenada Las Palmas a playa Memorable*. Escala 1:15.000.

Asimismo durante esta campaña se efectuó el levantamiento completo de la bahía interior de isla Decepción, con exploraciones del pasaje de acceso a la misma, Fuelles de Neptuno, e inmediaciones de la recién instalada base *Gabriel de Castilla*. Durante esta campaña el buque *Las Palmas* participó en las tareas de salvamento del buque argentino *Bahía Paraíso*, el equipo hidrográfico realizó en principio exploraciones de la zona del naufragio de la isla de Anvers. Estas exploraciones fueron complementadas el año siguiente, editándose en 1991 como resultado de estos trabajos la carta *011-ANT Arthur Harbor. Isla Anvers. Archipiélago de Palmer*. Escala 1:5.000.

Las campañas de los veranos australes 1989-1990 y 1990-1991 se llevaron también a cabo a bordo de *Las Palmas*. La Comisión Hidrográfica continuó sus trabajos en la bahía sur de la isla de Livingston. Editándose como resultado de estos levantamientos la carta *003-ANT Bahías Walker, Sur y Falsa. De punta Bond a punta Barnard*. Escala 1:30.000.

En el verano austral 1991-1992 entró en servicio el Buque de Investigación Oceánica (BIO) *Hespérides*, interrumpiéndose el ritmo de levantamientos regulares. Desde entonces varias comisiones hidrográficas han participado en distintas campañas, debiéndose destacar el levantamiento efectuado en la bahía de la Media Luna. En el año 1994 se editó como resultado de las sondas en tránsito del BIO *Hespérides* y de las derrotas efectuadas para estudios oceanográficos, el mapa *Bathymetry of the Hesperides Deep. Scotia Sea. South Scotia Ridge. Antartica*. Escala 1:200.000.

En todas estas cartas se respetaron los topónimos existentes y que fueron posibles localizar en anteriores cartografías; evidentemente al efectuar levantamientos a mayor escala fue necesario denominar nuevos accidentes geográficos, para lo cual se siguieron las normas establecidas en las instrucciones del Instituto Hidrográfico de la Marina.

Cartografía terrestre

Lo anteriormente dicho para cartografía náutica puede aplicarse para la cartografía terrestre, con el agravante que ningún organismo oficial del tipo de la OHI se ha hecho cargo de la coordinación de los trabajos de cartografía terrestre.

El único acceso a la Antártida hasta tiempos recientes fue la vía marítima, esto hizo que, aún con las carencias anteriormente reseñadas, existiese una cartografía náutica, sin embargo, muy pocos mapas terrestres estuvieron disponibles, de algunas zonas existían mapas topográficos realizados por los servicios militares de Chile y Argentina, y por el British Antarctic Survey. De la isla de Livingston la carencia era absoluta.

Los geodestas del Servicio Geográfico del Ejército de Tierra de España participaron desde la primera campaña, efectuando trabajos conjuntos con la Comisión Hidrográfica para el establecimiento de puntos de apoyo. Posteriormente se destacaron a otras zonas de las islas de Livingston y Decepción efectuando levantamientos que condujesen a la obtención de mapas muy necesarios para las investigaciones de otros grupos científicos, especialmente geólogos y biólogos.

Como resultado de aquellos trabajos el Servicio Geográfico del Ejército ha editado la siguiente cartografía:

- *Base Antártica española Juan Carlos I.* Escala 1:2.000 (1989).
- *Base Antártica española Juan Carlos I.* Escala 1:500 (1991).
- *Base Antártica española Juan Carlos I.* Escala 1:5.000 (1991).
- *Base Antártica española. Isla Livingston.* Escala 1:5.000 (1991).
- *Península Hurd. Isla Livingston.* Escala 1:25.000 (1991).
- *Península Byers. Isla Livingston.* Escala 1:25.000 (1992). En colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid y el British Antarctic Survey.
- *Isla Decepción.* Escala 1:25.000 (1994). En colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid.
- *Islas Livingston y Decepción.* Escala 1:100.000 (1994).

Conclusiones

España, tras la instalación de su primera base antártica, inició una serie de trabajos científicos que como conjunto, base e investigación, nos avalaron para obtener la admisión en el Comité Consultivo de la Antártida como miembros de pleno derecho.

Uno de los trabajos que se planteó y se mantuvo durante las cuatro primeras campañas fueron los levantamientos hidrográficos a fin de obtener una cartografía náutica que permitiera acceder con seguridad a la base y facilitar los desplazamientos en su entorno en la isla de Livingston, donde el personal científico ha centrado sus trabajos.

Los estándares aplicados en todas las campañas hidrográficas, a diferencia de otros países con mayor experiencia de trabajos en la zona, fueron los mismos que se venían utilizando en las aguas nacionales. El empleo de las tecnologías más avanzadas dieron como resultado una serie de cartas náuticas de excelente calidad.

La conservación de la Antártida es la meta de los países signatarios del Tratado, se ha creado abundante legislación en pro de esa conservación, pero el desarrollo del mundo ha llevado, y se incrementará en un futuro, a una presión mayor sobre aquel continente, el número de bases ha ido aumentando, cada año el número de expediciones científicas es mayor y los cruceros turísticos son ya algo rutinario. La carencia de una cartografía náutica de calidad implica que los riesgos de accidentes marítimos son un hecho, de suceder uno de ellos podría tener un impacto medio ambiental grave sobre las zonas que tanto interesa investigar y conservar.

Como ha señalado la OHI las cartas náuticas son uno de los más significativos elementos de la infraestructura de la navegación antártica. España demostró en sus primeras campañas, a pesar de lo precario de los medios utilizados, que posee la tecnología para llevar a cabo esta aportación a la conservación de esa zona. El inicio de las campañas del BIO *Hespérides* supusieron el abandono de un plan de trabajos hidrográficos regular, cuando este buque posee un número mayor de medios y potencial de investigación que los que se disponían en aquellas primeras campañas.

BIBLIOGRAFÍA

Development of a Code on Polar Navigation. International Maritime Organization. Londres, 1998.

International Chart Scheme for Region M (Antarctica). International Hydrographic Organization. Mónaco, 1998.

LÓPEZ, J. y HERNÁNDEZ, F.: «Toponimia antártica. Propuesta para un primer glosario de nombres geográficos españoles». *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural* número 93. 1997.

Normas para levantamientos hidrográficos. Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz, 1986.

Proceedings of the XVth International Hydrographic Conference. Mónaco, 1993.

«Status of Hydrographic Surveying and Nautical Charting in Antarctica. *Special Publication* número 55, appendix 1. Mónaco, 1991.