CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL

MONOGRAFÍAS del CESEDEN

37

APROXIMACIÓN ESTRATÉGICA ESPAÑOLA A LA ÚLTIMA FRONTERA: LA ANTÁRTIDA

ABSTRACT IN ENGLISH

MINISTERIO DE DEFENSA

CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL

MONOGRAFÍAS
del
CESEDEN

37

APROXIMACIÓN ESTRATÉGICA ESPAÑOLA A LA ÚLTIMA FRONTERA: LA ANTÁRTIDA

Marzo, 2000

FICHA CATALOGRÁFICA DEL CENTRO DE PUBLICACIONES

APROXIMACIÓN estratégica española a la última frontera: la Antártida. — [Madrid] : Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 2000. — 304 p. ; 24 cm. — (Monografías del CESEDEN ; 37).
Precede al tít.: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional.
NIPO 076-00-153-3. — D.L. M.-35158-00
ISBN 84-7823-756-9
I. Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (España) II. España. Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica, ed. III. Serie.

Investigación científica / Expediciones científicas / Recursos naturales / Medio ambiente / Geodesia / Hidrografía / Cartografía / Geopolítica / Relaciones Internacionales / Tratado Antártico / Antártida

9055
EM Nº

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

NIPO: 076-00-153-3
ISBN: 84-7823-756-9
Depósito Legal: M-35158-00
Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa
Tirada: 1.250 ejemplares
Fecha de edición: agosto 2000

APROXIMACIÓN ESTRATÉGICA ESPAÑOLA A LA ÚLTIMA FRONTERA: LA ANTÁRTIDA

SUMARIO

Página

INTRODUCCIÓN 9

Por Manuel Catalán Pérez-Urquiola

Capítulo primero

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA ANTÁRTIDA. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD ANTÁRTICA ESPAÑOLA 19

Por Jerónimo López Martínez

Capítulo segundo

CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA 61

Por José María Fernández López

Capítulo tercero

RECURSOS RENOVABLES ANTÁRTICOS 75

Por Carlos Palomo Pedraza

Capítulo cuarto

LAS TÉCNICAS ESPACIALES EN LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL 111

Por Manuel Catalán Pérez-Urquiola

Capítulo quinto *Página*

LÍNEAS DE ACCIÓN A DESARROLLAR EN EL CONTINENTE ANTÁRTICO 161

Por Pedro Ramírez Verdún .....

Capítulo sexto

LOS MEDIOS AÉREOS EN LA ANTÁRTIDA 197

Por Javier Guisández Gómez

Capítulo séptimo

EL SISTEMA LEGAL QUE RIGE LAS RELACIONES INTERNACIONALES RELATIVAS A LA ANTÁRTIDA 253

Por Marisa Rodríguez Mojón

Anexos

Anexo A: Tratado Antártico 275

Anexo B: Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente 279

COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO 295

ABSTRACT 297

ÍNDICE 299

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Por Manuel Catalán Peréz-Urquiola

Al sur de los 60° de latitud se encuentra el gigante blanco que se denomina continente antártico. La Antártida presenta curiosas peculiaridades pues en ella no crecen los árboles, no hay población autóctona, la vida en su interior no existe y es el lugar más inhóspito del Planeta rodeado de mares borrascosos que, entre sus hielos a la deriva, han constituido una barrera insalvable que evitó, hasta épocas recientes, no sólo la presencia del hombre, sino la implantación de la vida fuera de su fauna costera.

Por muchas de estas razones el continente Antárticos *de Aristarco y Eratóstenes permaneció en el olvido hasta la época de los grandes descubrimientos. Las primeras noticias del avistamiento de las tierras australes se debieron al almirante español Gabriel de Castilla que, en 1603, alcanzó los 64° de latitud sur al ser arrastrados sus barcos, el* Buena Nueva *y el* Ciervo Volante, *por los vientos y corrientes marinas desde las proximidades del cabo de Hornos. El almirante Gabriel de Castilla y su piloto Hernando Lamero serían, de esta forma, los primeros en avistar los helados acantilados de las Shetland del Sur, en plena región antártica, y según las referencias existentes serían, por este motivo, los ignorados descubridores del continente antártico.*

Un siglo después el navío León, *cuando se encontraba a la deriva capeando un fuerte temporal, avistó las Georgia del Sur seguido por Martín de Oyarbide que en 1790, alcanza de nuevo estas islas en su búsqueda de nuevos derroteros en la carrera hacia el cabo de Hornos. Existe una nume-*

rosa documentación de barcos españoles que durante esta época recorrieron las aguas subantárticas incluyendo las campañas de la fragata Aurora *en 1702, la* San Miguel *en 1769, la* Perla *en 1779 y* Dolores *en 1790.*

Durante la expedición de Malaspina (1789-1794) la corbeta Atrevida, *al mando de don José Bustamante, navegando en condiciones muy duras de mar y visibilidad, explora la bahía Posesión en las Georgia del Sur, describiendo con precisión sus avistamientos.*

A principios del siglo XIX las narraciones sobre la gran cantidad de focas, ballenas y lobos marinos fue, sin embargo, determinante para suscitar un alto interés en los armadores de barcos balleneros de Europa y América que acudieron en gran número a la Antártida tomando el relevo a los geógrafos que les habían precedido. En consecuencia los mares antárticos y las islas cercanas fueron frecuentadas durante el siglo XIX por barcos loberos y balleneros en una sangrienta carrera dirigida a la obtención de aceites, grasas animales y la venta de pieles de focas.

El siglo XX trajo la época heroica de las expediciones antárticas centrándose de nuevo y lamentablemente el interés económico de la humanidad en el anillo de borrascosos océanos que rodeaban la Antártida, al superarse el antiguo concepto de aridez e infertilidad de las tierras australes y tomarse conciencia de las inmensas reservas en materias primas y naturales que el océano y el continente antártico ofrecían para la industria de las grasas, de la alimentación y de la prospección minera. En trágica consecuencia no sólo los elefantes de mar primero y las ballenas y lobos de mar después fueron diezmados sino que, con la llegada de la tecnología del siglo XX, se extendió amenazante sobre los hielos antárticos la amenaza de la prospección minera y el posible establecimiento de la explotación de sus reservas, protegidas durante millones de años bajo sus hielos eternos.

Con motivaciones científicas y con la intención quizás in mente *de frenar tensiones internacionales relacionadas con reclamaciones de soberanía en 1957 y 1958, con motivo del Año Geofísico Internacional, visitaron la Antártida más científicos que en el conjunto de su historia pasada, iniciándose el estudio metódico de su geología, meteorología, oceanografía, biología y geofísica desarrollando, científicos de 12 naciones, una importante actividad investigadora en la región antártica que sentaron las bases del Tratado Antártico adquiriendo, junto con un estatus de miembro consultivo la responsabilidad, hacia el futuro, de preservar todo un continente para la investigación científica y la defensa de su naturaleza.*

Hoy sabemos que la investigación antártica resulta crucial para el estudio del campo magnético terrestre, la geología, la biología, la atmósfera, el medio ambiente planetario incluyendo los estudios de un posible cambio climático y el océano. Serían de difícil comprensión los fenómenos asociados a la circulación atmosférica y prácticamente imposibles de entender el comportamiento de las radiaciones cósmicas que penetran en esta región, debido a las características singulares de su atmósfera y del campo magnético terrestre en las proximidades del polo.

El océano Austral rodea en su conjunto al continente antártico con un gigantesco anillo de 76 millones de kilómetros cuadrados alimentado en su periferia y a profundidades entre 1.000 y 3.000 metros por las aportaciones del Atlántico, Pacífico e Índico en una corriente que en magnitud puede estimarse como 1.000 veces la del Amazonas. El hecho de que en el océano Austral se reúnan los tres océanos principales del Planeta explica, de alguna forma, que un desequilibrio del sistema oceánico austral podría provocar, por ejemplo, la fusión de los hielos acumulados, en su litoral y afectar al transcurrir de los glaciales, con consecuencias fundamentales para el equilibrio termodinámico del Planeta, afectando al cambio climático.

La investigación antártica resulta imprescindible para la comprensión de los fenómenos implicados en la generación del agua antártica profunda y las características y dinámica de las masas de agua en el entorno del continente antártico, de su interacción con los mares que allí confluyen y su efecto sobre los flujos de calor entre el océano Austral y los trópicos, procesos situados en la base del equilibrio climático mundial. Gran número de los parámetros que condicionan la productividad primaria de los mares, a nivel planetario, dependen y están condicionados por los procesos termodinámicos que se desarrollan en los mares antárticos y su interacción con el deshielo parcial de su casquete.

La aparición sobre la Antártida cada primavera del llamado «agujero de ozono», realmente una disminución de la concentración de estas moléculas, significa la reducción de una pantalla que, desde hace 500 millones de años, permitió la extensión de la vida oceánica hacia tierra protegiendo la superficie del Planeta de la radiación ultravioleta procedente de la actividad solar.

El creciente consumo energético y su efecto sobre un posible calentamiento global ha aumentado el interés de la comunidad internacional en la búsqueda de respuesta a la acción directa de los mares australes sobre los

siguientes problemas y su efecto en la ecología global. ¿Cuál es el papel de los océanos y en especial del Antártico sobre las oscilaciones que se observan en los climas? ¿Cuál es el efecto de la absorción del CO_2 en la atmósfera y en qué se absorbe en los océanos? ¿Cuál es la trayectoria de los residuos contaminantes en el océano? ¿Qué factores controlan las corrientes ascendentes y cuál es su efecto en la distribución de los nutrientes a nivel global?

Bajo las nuevas ideas de la geofísica actual, y comparando muestras geológicas de la Antártida con las existentes en África del Sur, Australia y Suramérica, hoy se conoce que el continente austral de Gondwana empezó a romperse hace unos 200 millones de años coincidiendo con el fin de la historia geológica de la Antártida del Este. Fuera de este núcleo la parte oeste estuvo sometida a la interacción del antiguo océano Pacífico con una larga y complicada historia de subducción bajo la Antártida.

Los geólogos están tratando actualmente de intuir la viabilidad de que el oeste de la Antártida consistió en una serie de fragmentos de corteza moviéndose separadamente unos de otros. Hay profundas grietas de más de 2.000 metros separando la tierra de Mary Bird y el escudo de la Antártida del Este. El detalle y correlación de estas estructuras geológicas permitirá aumentar nuestro conocimiento sobre la correlación entre Gondwana y la Antártida mejorando, no sólo la posible extrapolación de nuestros conocimientos, sino aventurar hipótesis con base científica, sobre los posibles recursos naturales de la Antártida apoyando nuestro entendimiento científico de las estructuras geológicas del Planeta con una visión global.

La Antártida del Este posee rocas que datan de hace 2.500 millones de años encerrando restos de corteza formada hace cuatro o cinco mil millones de años en lo que sería la sede de las distintas orogenias del precámbrico, con pliegues más recientes superpuestos. La Antártida podría de esta forma, conservar testimonios de la historia geológica más larga que se puede observar en nuestro Planeta vislumbrándose nuevas ideas en base a los recientes descubrimientos que han puesto de manifiesto las modernas teorías y avances de la geofísica.

En el momento actual en que las pesquerías a nivel mundial se sitúan en el orden de los 80 millones de toneladas por año, el océano Antártico se contempla con renovada atención. En el Antártico la producción de placton vegetal, en especial de diatomeas, es particularmente bajo, esto conduce a preguntarse la razón por la cual el océano más rico en sales nutri-

tivas sea un verdadero desierto en plancton vegetal, producto primario de la cadena alimenticia. ¿Cómo es posible que decenas de metros de silicio de origen biogénico sean compatibles con la escasez de placton vegetal en superficie? ¿Cómo es posible que a pesar de la escasez en fitoplacton el krill, que se considera como esencialmente herbívoro pueda satisfacer sus necesidades nutritivas en una situación de escasez de fitoplacton como la que se presenta en la Antártida? Todo ello conduce a preguntarnos ¿Cómo contribuiría el aumento de las pesquerías a la ruptura de un equilibrio biológico tan singular como el Antártico?

El krill es la clave de la red trófica antártica, compuesta, fundamentalmente de un esquema lineal de diatomeas, krill, peces, ballenas, focas, pingüinos que se va complicando, en la medida en que durante estos últimos años van aumentando los conocimientos.

Con el comienzo de la época espacial y la posibilidad de contar con satélites para la observación de la superficie del mar, junto al desarrollo paralelo de las técnicas de tratamiento y evaluación de datos e imágenes, los oceanógrafos, geodestas y geofísicos han dispuesto de un medio excepcionalmente eficaz para abordar con nuevos datos, medios de observación global y criterios, los estudios del remoto continente y océanos que le rodean en tiempo real, incluyendo la variación temporal de su comportamiento dinámico.

Por otra parte, el Tratado dio a la investigación antártica una característica genuina en el hecho de presentarla como empresa nacional que borra fronteras institucionales y se desarrolla, por definición, en un marco internacional en que desde sus diferentes cláusulas se promueve la colaboración entre las naciones. Todo lo anterior hizo que, coincidiendo con la instalación de sus bases antárticas Juan Carlos I *y* Gabriel de Castilla *y la operatividad científico-logística de sus unidades navales en los veranos antárticos, España considerando la importancia de su pasado histórico en la zona y la importancia de los programas científicos a desarrollar en el área, se planteara como objetivo el colaborar con las naciones del Tratado, desde las posibilidades de miembro de pleno derecho, siendo admitida como miembro consultivo de pleno derecho en la reunión extraordinaria de París en septiembre de 1988. Esta admisión, que conlleva la obligación entendida de una aportación científica permanente, sirvió de base para la planificación de un programa nacional que coordina y promueve, desde entonces, la mejor utilización de los medios en beneficio de la comunidad científica nacional e internacional.*

El presente volumen, presenta y recoge en un conjunto de monografías los estudios, opiniones y planteamientos que sobre el presente y futuro de la Antártida han realizado destacados investigadores españoles.

En una primera monografía el profesor doctor don Jerónimo López Martínez, delegado de España en el Comité Científico de Investigación Antártica y secretario técnico del Comité Polar Español, estudia la situación y tendencias de los diferentes campos de la investigación antártica, incluyendo los objetivos de la cooperación internacional y la estructura de la investigación antártica española.

El oceanógrafo coordinador de geofísica y geología marina del Instituto Español de Oceanografía, don Carlos Palomo Pedraza, estudia los recursos vivos en la Antártida y el desarrollo de las acciones que, a un nivel internacional, se están tomando para asegurar hacia el futuro la conservación de las especies. Con especial detalle analiza el desarrollo de los problemas y planteamientos que el desarrollo del turismo puede plantear en su incidencia con un medio natural de características tan singulares como la Antártida.

El capitán de navío ingeniero hidrógrafo, don José María Fernández López, analiza las campañas geodésicas e hidrográficas realizadas por España y la cartografía generada, en apoyo de la navegación y accesos al entorno de las bases antárticas españolas en las islas Livingston y Decepción.

El coronel de Estado Mayor don Pedro Ramírez Verdún analiza, junto a su visión de la geopolítica antártica, los planteamientos actuales y singularidad de la logística en el remoto y helado continente; incluyendo el apoyo que las Fuerzas Armadas pueden ofrecer en las posibles líneas, infraestructura y metodología de la futura presencia de España en la zona del Tratado.

El coronel del Ejército del Aire, Estado Mayor, don Javier Guisández Gómez estudia la importancia y posibilidades de los medios aéreos en la Antártida analizando la influencia de sus singularidades logísticas, aislamiento y meteorología, en las dificultades y posibles soluciones a su operatividad. En su estudio incluye la problemática de los distintos tipos de medios aéreos en un posible modelo operacional aéreo.

La doctora en ciencias políticas, doña Marisa Rodríguez Mojón, estudia el sistema legal que ha regido las relaciones internacionales en la Antártida desde el Tratado, incluyendo sus disposiciones, las relaciones entre Estados, el desarrollo del sistema legal antártico para la protección de sus

recursos y medio ambiente y su evolución hacia el Protocolo de Madrid de 1991.

Finalmente he desarrollado personalmente las características y singularidades del océano Antártico, incluyendo las nuevas posibilidades que a su observación global ofrecen las técnicas espaciales y la importancia de su interacción con la atmósfera sobre el balance de los flujos caloríficos que mantienen el equilibrio climático planetario.

Para terminar esta introducción, y en nombre de todos los integrantes del grupo de trabajo, considero necesario dejar constancia de la satisfacción que para nosotros ha supuesto la posibilidad de contribuir con este conjunto de monografías a mejorar el conocimiento global de los problemas, posibilidades científicas, logísticas y legislación que, desde el concierto internacional, ampara y regula este extremo sur del Planeta, protegido durante los siglos por sus difíciles accesos, clave fundamental en el equilibrio térmico del Planeta y promesa, hoy, de una cooperación entre las naciones que permita legar hacia el futuro los helados territorios donde quizás se encierra, entre otras, las claves que protegen el clima del Planeta.

CAPÍTULO PRIMERO

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA ANTÁRTIDA. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD ANTÁRTICA ESPAÑOLA

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA ANTÁRTIDA. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD ANTÁRTICA ESPAÑOLA

Por JERÓNIMO LÓPEZ MARTÍNEZ

Introducción

La Antártida es el más frío, remoto e inhóspito territorio de nuestro Planeta. Presenta notables contrastes con las demás regiones, incluso con el Ártico, y encierra valores de extraordinaria importancia, entre otros, relativos a la conservación del medio ambiente y al conocimiento científico. La investigación científica en la Antártida no sólo tiene interés local ya que, en muchos casos, la influencia de los procesos allí generados o registrados se extiende a toda la Tierra. Se trata, además, de un valioso laboratorio natural, donde pueden estudiarse numerosos procesos que intervienen en la dinámica global de la geosfera, la hidrosfera y la atmósfera.

Aunque en algunas expediciones previas se recogieron datos y muestras y se hicieron descripciones del territorio, puede decirse que la verdadera expansión de las actividades científicas en la Antártida arrancó en los años 1957-1958. Fue entonces, aprovechando la celebración del Año Geofísico Internacional, cuando se promovió especialmente el estudio científico de la Antártida, estableciéndose numerosas estaciones. El esfuerzo internacional realizado en esa ocasión fue acompañado por la constitución, dentro del Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), de un Comité Especial para la Investigación Antártica, que más adelante pasó a llamarse SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*).

El impulso que supusieron las actividades realizadas durante el Año Geofísico Internacional y el deseo de que las reclamaciones territoriales no dificultaran la investigación antártica y la cooperación entre los países, animaron a la comunidad internacional a desarrollar las negociaciones para establecer el Tratado Antártico. La existencia, desde diciembre de 1959, de este convenio, y los anexos que se le han ido incorporando posteriormente, han otorgado a la Antártida un régimen único en el mundo, en el cual se presta especial atención a la investigación científica, la cooperación internacional, el intercambio de información y la protección medioambiental.

Las especiales circunstancias que concurren en la Antártida, incluida su particular situación político-administrativa, hacen que en este territorio y en las normas por las que se rige, prevalezcan los valores de cooperación internacional en la ciencia y en la protección del medio ambiente, siguiendo un esquema que, en cierto modo, podría servir de modelo a tener en cuenta en otros ámbitos geográficos y políticos.

Características e interés de la Antártida para la investigación científica

En la Antártida confluyen una serie de circunstancias que convierten a ese territorio en un lugar peculiar, especialmente significado dentro de nuestro Planeta y con enormes posibilidades para la investigación científica. Entre esas circunstancias están las siguientes:

— El continente antártico posee 14 millones de kilómetros cuadrados de extensión, lo que supone el 10% de las tierras emergidas del mundo, y presenta más del 98% de su superficie recubierta de hielo.
— Allí se encuentra alrededor del 90% del hielo existente en la Tierra, siendo ésta la mayor concentración de agua dulce de nuestro Planeta.
— La enorme acumulación del hielo antártico tiene un espesor medio de 2.500 metros, llegando en algunas zonas a alcanzar grosores del orden de 4.800 metros. Esta masa de hielo encierra una valiosa información sobre la composición de la atmósfera y el clima global durante los últimos centenares de miles de años de la historia de la Tierra.
— La especial combinación de llegada de radiación solar y campo geomagnético, hacen de la Antártida un lugar especialmente interesante para estudios atmosféricos y geofísicos.
— La extensa superficie, tanto continental como marina, recubierta de hielo y las fluctuaciones del mismo, juegan un papel fundamental en los balances de masas y de energía que, procedente de la radiación solar, llega a la Tierra.

— El polo sur y su entorno se encuentran situados sobre un área continental, con las consiguientes circunstancias geológicas que esto supone y que afectan, incluso, a las características de la corteza terrestre. El continente antártico está rodeado por una extensa zona oceánica, situación que contrasta notablemente con la que se da en el polo norte y sus alrededores, donde existe una amplia zona oceánica rodeada por masas continentales.
— La mayor parte de los relieves rocosos de la Antártida están recubiertos por glaciares y en muchos casos se encuentran situados por debajo del nivel del mar, debido en parte al peso de la masa de hielo. Sin embargo, hay cordilleras importantes que elevan sus cumbres, en ocasiones muy abruptas, por encima del hielo.
— La Antártida es el continente con mayor altitud media, unos 2.000 metros sobre el nivel del mar, siendo su punto más elevado el monte Vinson (4.897 metros), situado en las Ellsworth Mountains.
— La gran masa de hielo y su posición en el entorno del polo sur, hacen que la Antártida sea el principal foco productor de frío en el Planeta. Allí se han registrado las temperaturas más bajas en la Tierra, –89,2 °C.
— La Antártida, situada a 1.000 kilómetros de Suramérica, 2.300 kilómetros de Australia y 3.600 kilómetros de África, se encuentra muy lejos de los principales focos de contaminación antrópica.
— El medio ambiente y los recursos naturales de la Antártida han permanecido preservados de la acción del hombre más que en ningún otro lugar del mundo.
— El intenso frío; los vientos, que pueden llegar a 300 kilómetros/hora; el recubrimiento de hielo; los tempestuosos mares que lo circundan y la lejanía de las zonas habitadas, han conducido a que la Antártida sea el continente menos conocido, ocupado y explotado por el hombre.
— La Antártida es una pieza clave en la evolución de nuestro Planeta. Además de contener interesante información sobre el pasado geológico, juega un papel fundamental en muchos procesos de trascendencia global, así como para revelar como funcionan los sistemas ambientales globales.

Por otra parte, y como consecuencia de las circunstancias geográficas y climáticas citadas, en la Antártida nunca ha existido una población estable, no se han producido guerras y no se han establecido instalaciones nucleares. Además, la historia y los acuerdos internacionales han conducido a que el territorio antártico, entendiendo como tal todas las tierras y mares situados más allá del paralelo 60° S, se encuentre sometido a un

régimen administrativo de carácter multinacional único en el mundo, regido por el Tratado Antártico.

Objetivos de la investigación antártica

El progreso humano impone conocer nuestro Planeta y las reglas que lo rigen, así como su pasado y sus perspectivas de futuro. Para estos fines la Antártida, como se ha indicado, presenta interesantes oportunidades. Su investigación, e incluso la simple aproximación y estancia siguen siendo un reto para el hombre a causa de las extremas condiciones ambientales y del enorme recubrimiento de hielo. Esta última circunstancia supone una limitación, al estar tapados numerosos afloramientos rocosos pero, sin embargo, los hielos antárticos encierran uno de los mejores registros existentes del clima terrestre del pasado (aproximadamente del último millón de años).

Las propias condiciones ambientales antárticas, junto con su lejanía de los principales focos de contaminación antrópica, le hacen ser un valioso laboratorio natural donde pueden ser investigados ventajosamente numerosos aspectos. Por otra parte, la Antártida no sólo permite investigaciones de carácter local, de conocimiento de su propio ámbito, sino que allí pueden ser registrados muchos procesos de trascendencia global. El «agujero de ozono», que se produce, principalmente en la primavera austral, sobre la Antártida y que allí fue descubierto, en el año 1985, es un buen ejemplo de ello.

El papel de la Antártida es fundamental para las circulaciones marinas y atmosféricas globales, para los balances de masas y de energía ligados a la llegada de la radiación solar a la Tierra y para las variaciones del nivel del mar, así como para el conocimiento de la evolución de la corteza terrestre y de la vida. Debido a las características de su superficie helada y sometida a fuertes vientos, junto con el efecto de concentración que produce el flujo glaciar, la Antártida es el lugar de la Tierra más favorable para localizar meteoritos. De hecho, en la Antártida se han encontrado la mayor parte de los fragmentos rocosos de este tipo encontrados hasta ahora en la Tierra, los cuales, dada su procedencia de otros planetas o asteroides, proporcionan una interesante información. Dentro de la actual preocupación por el cambio climático, las investigaciones en la Antártida resultan especialmente interesantes.

A las motivaciones científicas antes mencionadas hay que añadir la circunstancia de que para poder participar en los foros internacionales que deciden sobre la Antártida, es necesario realizar investigaciones científicas continuadas en el ámbito antártico.

Los aspectos mencionados, tanto los de carácter científico como los de presencia en los foros de decisión sobre el futuro de la Antártida, hacen recomendable que un país con un grado suficiente de desarrollo, como es el nuestro, no deba permanecer al margen del concierto de naciones que contribuyen al progreso científico y al futuro de la Antártida.

La ciencia y la cooperación internacional en el sistema del Tratado Antártico

El Tratado Antártico declara al continente antártico y a los hielos y mares que lo rodean hasta el paralelo 60° S, como un territorio dedicado a la paz y a la ciencia. El Tratado preconiza para la Antártida la libertad de investigación científica y la cooperación internacional, acordando para ello promover en la medida más amplia posible el intercambio de información, de datos y de personal científico entre los distintos programas que se establezcan.

En la actualidad, 40 años después del establecimiento del Tratado Antártico, la cooperación internacional en la Antártida se ha desarrollado enormemente y su necesidad es reconocida por todos. En un entorno tan hostil y alejado como es la Antártida, donde las operaciones de cualquier tipo son difíciles, costosas y muchas veces peligrosas, las ventajas de la cooperación son evidentes. Por otra parte, las investigaciones científicas se ven enormemente potenciadas al poder sumar los recursos humanos y materiales de diversos países que, además, pueden tener instalaciones en diversos lugares de la Antártida. Los proyectos de investigación planteados multinacionalmente o dentro de grandes programas internacionales ofrecen más posibilidades de alcanzar resultados importantes. Además, está la necesidad de coordinación para no repetir trabajos ya realizados con anterioridad.

El especial contexto de protección ambiental y de administración multinacional que establece el Tratado Antártico, permite que en la Antártida se puedan plantear acciones de cooperación internacional en la investigación y en la protección medioambiental con más facilidad que en territorios bajo la soberanía exclusiva de algún Estado. Un buen ejemplo de ello

es la situación actualmente planteada en relación con el estudio del lago subglaciar Vostok. Se trata de un lago de unos 15.000 kilómetros cuadrados de extensión, existente bajo más de 3,5 kilómetros de espesor de hielo y en la vertical del sondeo que los científicos y técnicos rusos y franceses vienen realizando desde hace varios años en la base rusa *Vostok.* Se poseen evidencias indirectas de que este lago subglaciar tiene una profundidad máxima de unos 670 metros de agua líquida, así como sedimentos acumulados en su fondo, con un espesor máximo del orden de 300 metros. Dichos sedimentos, así como esas aguas incontaminadas y aisladas del contacto con la atmósfera desde hace varios centenares de miles de años, son sin duda de extraordinario interés científico. El muestreo del lago Vostok será una valiosa fuente de información para la geología, la glaciología y la biología. En la actualidad, el sondeo se ha detenido 130 metros antes de alcanzar la base del hielo y el modo de proceder, para actuar en el lago sin contaminarlo, está siendo motivo de discusión dentro de la comunidad científica internacional y del SCAR. Gracias a encontrarse en un territorio como la Antártida, es más posible que finalmente se termine adoptando una solución que garantice los mayores niveles posibles de protección del lago Vostok al acceder al mismo para estudiarlo. La Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) se ha manifestado especialmente interesada en este proyecto, que servirá de banco de pruebas para las misiones de estudio a Europa, una luna de Júpiter recubierta de hielo, bajo el cual es posible la existencia de agua líquida.

El Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR)

Un elemento importante del sistema del Tratado Antártico es el SCAR, establecido en 1958. Pertenece a ICSU y en la actualidad está constituido por 32 países, incluyendo los miembros de pleno derecho y los asociados. España pertenece al SCAR, como miembro de pleno derecho, desde 1990. Esta organización se ocupa de promover y coordinar la investigación científica en la Antártida, proporcionando asesoramiento en esta materia al Tratado Antártico.

Para conseguir sus fines, el SCAR posee ocho grupos de trabajo (biología, biología humana y medicina, física y química de la atmósfera, geodesia e información geográfica, geofísica, geología, glaciología e investigación solar-terrestre y astrofísica) y grupos de especialistas en Antártida y Cambio Global (GLOCHANT); en Aspectos Medioambientales y Conservación (GOSEAC); en focas; y en Tectónica Antártica (ANTEC), a través de

los que se promueven diversos programas internacionales de investigación. En la actualidad, el programa del SCAR sobre cambio global es el que concentra una gran parte de la actividad investigadora, integrando a numerosos subprogramas, como EASIZ (*Ecology of the Antarctic Sea-Ice Zone*); ANTIME (*Late Quaternary Sedimentary Record of Ice Margin Evolution*); PICE (*Palaeoenvironments from Ice Cores*); ISMASS (*Ice Sheet Mass Balance and Sea Level*); entre otros, estando éstos a su vez conectados con programas de ámbito global, como, por ejemplo, IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*); WCRP (*World Climate Research Programme*); PAGES (*Past Global Changes*), etc. (Rocha Campos, 1997).

El SCAR está presente en las reuniones consultivas del Tratado Antártico, así como en las del Comité de Protección Ambiental (CPA), creado a raíz de la entrada en vigor del Protocolo de Madrid. Su papel consultivo y asesor en materia científica dentro de estas organizaciones sigue siendo uno de los pilares del sistema del Tratado Antártico. Actualmente, además de en diversos programas de investigación, el SCAR está también involucrado en el establecimiento de las zonas antárticas protegidas, los planes de gestión, el estudio sobre el estado del medio ambiente antártico, el control medioambiental y el establecimiento del banco de datos antárticos.

Entre los diversos grupos de especialistas que existen en el SCAR, desde 1988 hay uno dedicado a los aspectos medioambientales y de conservación GOSEAC. Este grupo vino a sustituir al Subcomité de Conservación, que hasta entonces existía dentro del grupo de trabajo de biología. El actual grupo de especialistas tiene carácter multidisciplinar, reconociendo que los aspectos medioambientales no son un asunto exclusivamente biológico.

Situación de España en la investigación antártica

España se adhirió al Tratado Antártico el día 31 de marzo de 1982 y adquirió la condición de parte consultiva, o de pleno derecho, el 21 de septiembre de 1988. La primera adhesión citada, significaba una decisión exclusivamente política, que reflejaba el reconocimiento y aceptación del Tratado por parte de nuestro país. Sin embargo, al integrarse como parte consultiva, España se comprometía a contribuir, junto a los demás países implicados, en la investigación científica de la Antártida. Ello suponía que desde ese momento nuestro país intervendría, de pleno derecho, en las decisiones que se tomasen sobre esa región del Planeta, teniendo en

cuenta, además, que según las normas del Tratado todas las decisiones han de ser tomadas por unanimidad.

La constatación del interés de nuestro país por la Antártida, a la hora de integrarse en el Tratado, se basó, por un lado, en las actividades de investigación desarrolladas en las etapas anteriores a 1988 y, por otra parte, en el establecimiento, en enero de 1988, de la primera base antártica española, la base *Juan Carlos I*, junto con la creación de un Programa Nacional de Investigación en la Antártida (PNIA), dentro del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

Cuando se instaló la primera base antártica española hacía casi 170 años que se tenía constancia de la existencia de la Antártida, tras su descubrimiento por el británico William Smith en el año 1819; habían pasado 77 años desde que el 14 de diciembre de 1911 el noruego Roald Amundsen pisó por primera vez el polo sur, y hacía 30 años que se había celebrado el Año Geofísico Internacional (1957-1958), que tomó como objetivo prioritario de estudio el continente antártico y que supuso un impulso fundamental para las investigaciones en el continente austral. España llegaba a la Antártida cuando ya numerosos científicos y exploradores de diversas nacionalidades habían hecho importantes descubrimientos y protagonizado gestas extraordinarias. Sin embargo, aún estaba a tiempo de incorporarse a la comunidad antártica en un momento en el que las capacidades técnicas, logísticas y científicas permiten extraer de la Antártida mucha de la información que encierra.

Desgraciadamente, nuestro país ha permanecido mucho tiempo alejado de la exploración y de la investigación en la Antártida. Sin embargo, además de algunas muy meritorias navegaciones pioneras (López Martínez, 1998), hubo ciertas actuaciones individuales previas al establecimiento de una actividad continuada desde la segunda mitad de los años ochenta del presente siglo. Una de ellas fue la del meteorólogo Luis Aldaz, que estuvo en 1959, 1960 y 1961 en la base norteamericana *Amundsen-Scott*, en el polo sur. El físico Manuel Puigcerver pasó 13 meses, entre 1961 y 1962, en la base chilena *González Videla*, en la península Antártica y otro español, Oriol Domenech, fue investigador, en 1963, en la campaña argentina.

Es necesario reseñar la actividad antártica de Antoni Ballester. Su primer viaje lo realizó en 1966 invitado por una expedición belga, en la que iba acompañado por Fernando Fraga y José María San Feliú, en la que realizaron trabajos oceanográficos. En 1984, esta vez acompañado por Jose-

fina Castellví y Marta Estrada, este investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) vuelve a la Antártida en el buque argentino *Almirante Irízar*. En esta época, al igual que le había ocurrido tras el viaje anterior, Ballester no encontró aún una respuesta positiva a sus intentos de animar a las autoridades científicas españolas a interesarse por la investigación antártica. En 1986-1987, acompañado por otros tres investigadores del CSIC, entre los que vuelve a estar Josefina Castellví, Ballester regresa a la Antártida dentro de una campaña polaca. En esta ocasión llegaron a acampar en la caleta de la bahía sur de la isla Livingston, donde posteriormente se situaría la primera base antártica española. En la campaña siguiente fueron trasladados desde España los módulos iniciales y en enero de 1988 quedó instalada la base antártica española *Juan Carlos I*. La actividad antártica de España, se había orientado fundamentalmente a la región de la península Antártica y en particular a las islas Shetland del Sur y los mares circundantes (figuras 1 y 2, pp. 30-31), para la cual debe usarse como punto de partida el extremo meridional de Suramérica.

En la temporada 1982-1983 se efectuó una expedición marítima a la Antártida que inicialmente incluía fines de investigación. Se realizó con la goleta *Idus de Marzo*, un barco de tres palos y 32 metros de eslora, y contó con el apoyo del Instituto Español de Oceanografía (IEO). El viaje, que partió de Gijón en septiembre de 1982, sufrió varios retrasos y averías, lo que hizo eliminar los planes de investigación y reducir el objetivo a un rápido reconocimiento de las islas Shetland del Sur, de donde regresaron con la temporada ya muy avanzada, llegando al cabo de Hornos el día 22 de marzo de 1983. Aunque esta expedición no pudo cumplir todos sus objetivos iniciales, se trata del primer barco español que intentó realizar investigaciones en los mares antárticos.

Entre el 17 de noviembre de 1986 y el 11 de febrero de 1987 se desarrolló una expedición de investigación y de prospección pesquera en el arco de Scotia, abarcando las islas Shetland del Sur y el estrecho de Bransfield. Fue organizada por el IEO y se realizó con los buques españoles *Pescapuerta IV* y *Nuevo Alcocero*. En ella participaron 24 científicos y ayudantes, fueron recorridas 11.000 millas y se realizaron trabajos oceanográficos, sedimentológicos, meteorológicos y biológicos, además de efectuar una prospección pesquera, habiendo sido publicados los resultados de la expedición (IEO, 1989).

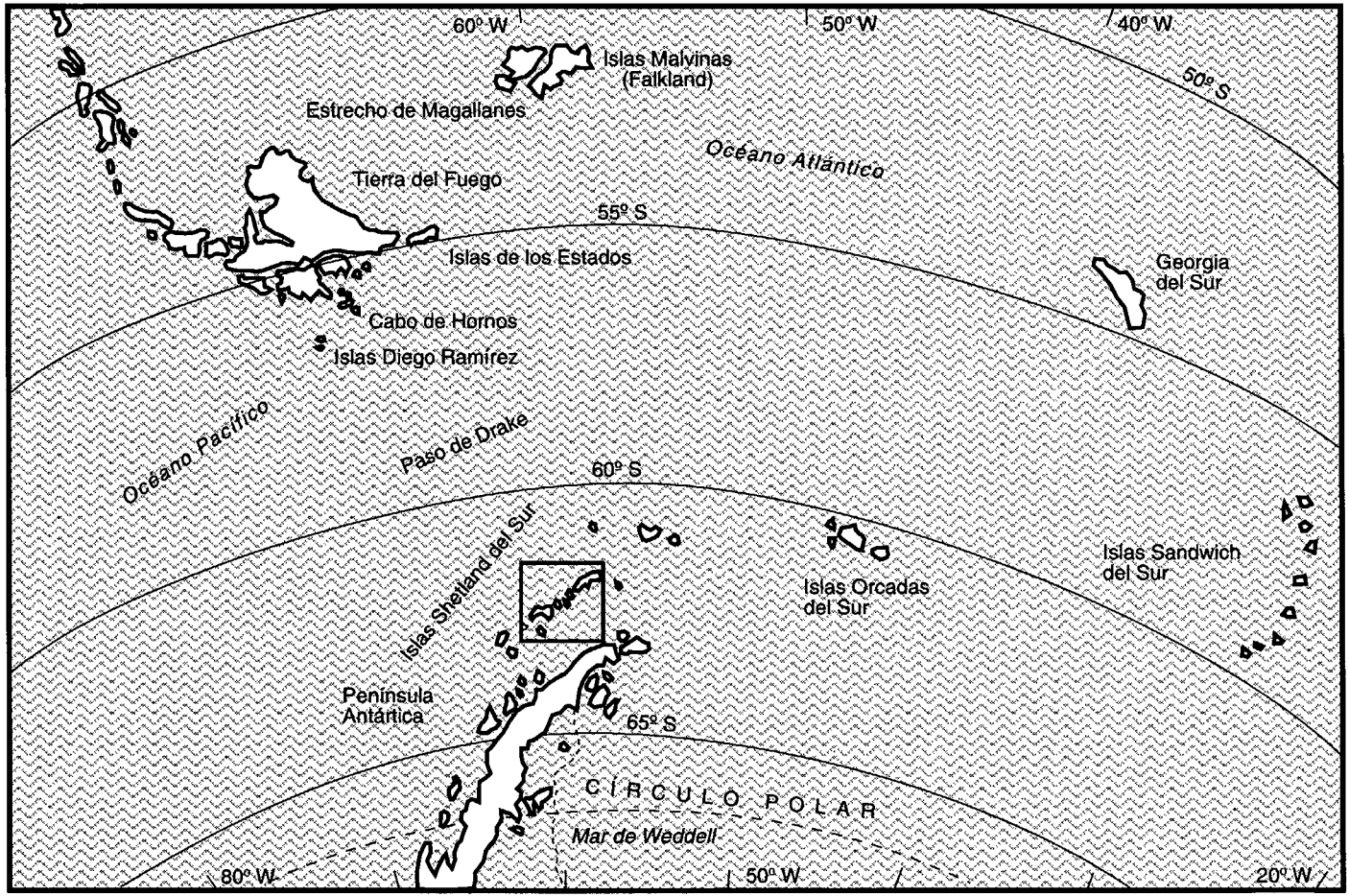


Figura 1.– *Mapa de la zona de la península Antártica y el extremo meridional de Suramérica.*

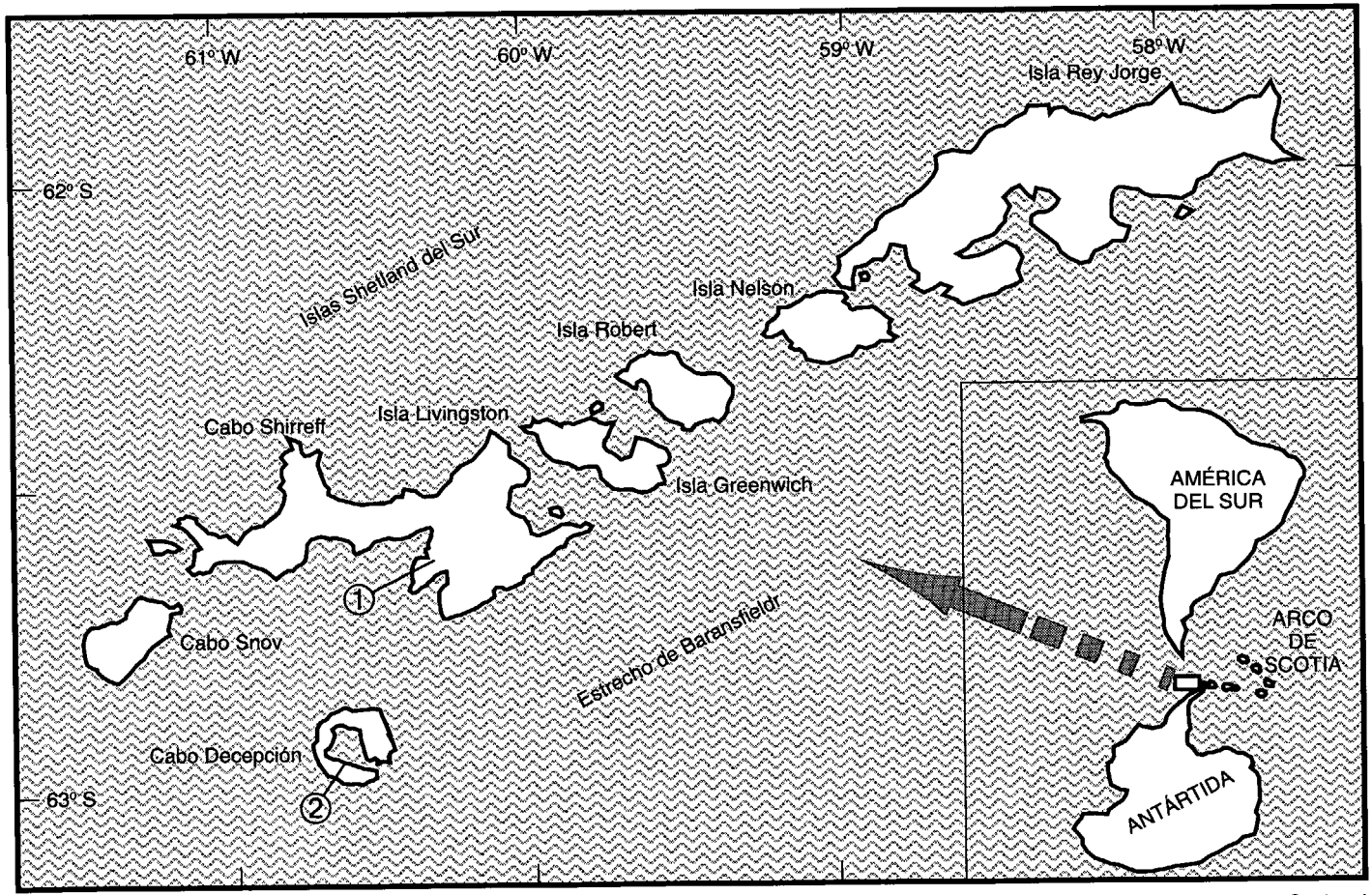


Figura 2.– *Mapa de las islas Shetland del Sur, mostrando la localización de las bases antárticas españolas.* ① *base* Juan Carlos I. ② *base* Gabriel de Castilla.

En el verano austral 1987-1988, la Armada española realizó una expedición oceanográfica, a bordo del buque *Río Baker*, bajo la dirección científica de Manuel Catalán.

A pesar de las actuaciones antes citadas, puede decirse que fue en el año 1988 cuando España sentó las bases para realizar una investigación continuada en la Antártida. En ese año, además del ingreso de nuestro país como miembro consultivo del Tratado Antártico, se inauguró la primera instalación antártica española, la base *Juan Carlos I*, y se produjo el establecimiento de un PNIA dentro del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Esa situación puso a disposición de la comunidad científica nacional una serie de medios económicos y logísticos para poder acometer investigaciones en la Antártida. A través del citado programa, se gestiona la actividad científica española en la Antártida, de modo que los proyectos que presentan las instituciones públicas de investigación, respondiendo a las convocatorias que anualmente son publicadas en el *Boletín Oficial del Estado*, son sometidos al proceso de evaluación y selección habitual en nuestro sistema de ciencia y tecnología.

Instalaciones antárticas españolas

Las instalaciones que España posee en la Antártida, además de su importancia para proporcionar apoyo logístico y para desarrollar desde ellas proyectos de investigación, constituyen elementos visibles de la presencia de nuestro país en el conjunto de la comunidad antártica internacional, sirviendo para potenciar el papel de España dentro del sistema del Tratado Antártico.

Las bases *Juan Carlos I* y *Gabriel de Castilla*, con los medios de que disponen en la actualidad, permiten vivir y trabajar en la Antártida, con relativa comodidad, a los equipos de científicos que allí desarrollan su labor, dar otros apoyos logísticos complementarios y disponer de laboratorios y lugares donde desplegar diferentes equipos de registro. Posteriormente a su instalación se han ido realizando mejoras, por ejemplo en lo relativo a adquisición automática de datos y transmisión de los mismos mediante satélite, así como en los laboratorios y demás instalaciones.

La base *Juan Carlos I,* figura 3, que se inauguró en enero de 1988, se encuentra situada en la isla Livingston, perteneciente al archipiélago de las Shetland del Sur. La base *Gabriel de Castilla,* figura 4, se instaló durante la campaña 1988-1989, estando situada en la isla Decepción. Desde esas fechas, ambas instalaciones han permanecido todas las cam-

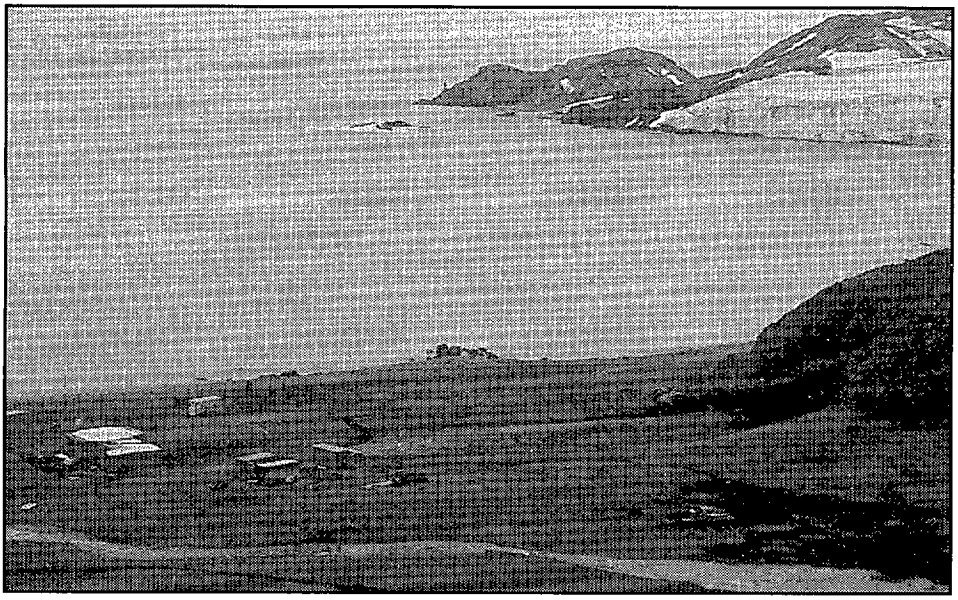


Figura 3.– *Base antártica española* Juan Carlos I, *situada en la isla Livingston, inaugurada en 1988.*

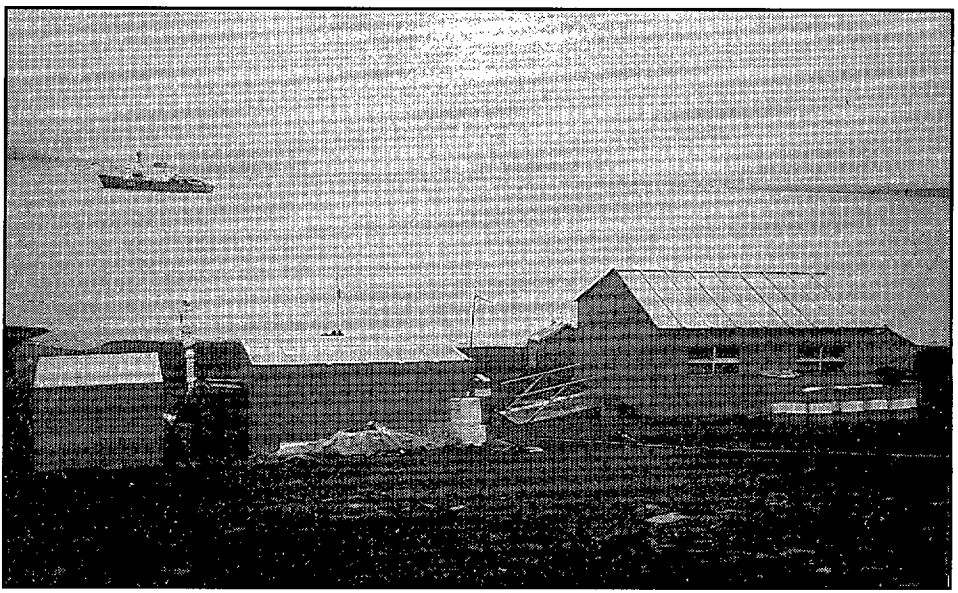


Figura 4.– *Base antártica española* Gabriel de Castilla, *en la isla Decepción, inaugurada en 1989.*

pañas ocupadas tres meses al año durante el verano austral, del 1 de diciembre al 28 de febrero. La capacidad de cada una de las bases es de unas 12 a 14 personas.

En la actualidad, la base *Juan Carlos I* es gestionada por la Oficina de Ciencia y Tecnología, mediante un convenio con el CSIC, a través del cual, la Unidad de Gestión de Buques Oceanográficos e Instalaciones Polares (UGBO) se ocupa de los aspectos técnicos. Anteriormente, la gestión de esta base se realizaba desde el PNIA. La base *Gabriel de Castilla* la gestiona la División de Operaciones del Estado Mayor del Ejército de Tierra.

El Buque de Investigación Oceanográfica (BIO) *Hespérides,* figura 5, es un barco de la Armada, cuya programación es elaborada por una comisión de gestión, presidida por el director de la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) y en la que están representados, además de la Armada, varios organismos implicados en la investigación oceanográfica.

En 1998, las dos bases antárticas, junto con el BIO *Hespérides*, han sido consideradas grandes instalaciones científicas. Con ello, se reconoce que dichas instalaciones poseen un papel estratégico y sirven para apoyar la participación española en la comunidad científica internacional y en el Tra-

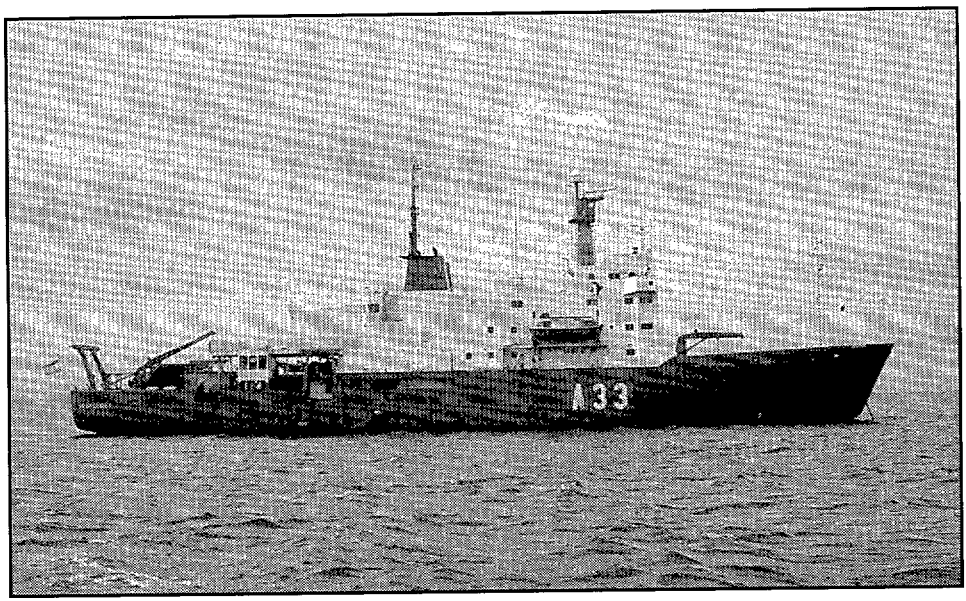


Figura 5.– *Buque* Hespérides, *que ha participado en todas las campañas antárticas españolas desde 1991.*

tado Antártico. La designación de las bases antárticas como grandes instalaciones científicas, debe contribuir a mejorar aún más la necesaria coordinación entre los equipamientos y la gestión de ambas instalaciones.

Además de las posibilidades que abren para el desarrollo de proyectos científicos y de los equipamientos de laboratorios e instrumentación de registro que éstos requieren, las bases antárticas presentan aspectos relacionados con su infraestructura y operatividad que resultan también de interés para la aplicación y el desarrollo de diversas tecnologías. En este sentido se encuentran, por ejemplo, las comunicaciones, los requerimientos energéticos, el empleo de diferentes materiales y equipos bajo condiciones antárticas o la automatización en la recogida y transmisión de los registros.

El establecimiento de las dos bases antárticas españolas ha supuesto una inversión económica y unos esfuerzos logísticos considerables. En la actualidad, aunque existen aspectos susceptibles de ser mejorados, algunos en vías de ser abordados, las dos bases constituyen unas instalaciones dignas y modernas, siendo válidas como apoyo para la investigación en la Antártida. Como es lógico, se requiere la existencia de un presupuesto anual para el mantenimiento y el posible desarrollo de estas instalaciones.

Las dos bases antárticas permiten disponer de unas instalaciones españolas desde las que desarrollar proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D), bien propios o en cooperación internacional, y con las que dar apoyo logístico a las actividades de nuestro país en la Antártida.

Las dos instalaciones españolas, por su situación en relación con las características de sus entornos y con la posición de las bases de otros países, presentan buenas posibilidades para hacer una contribución internacional interesante con los estudios y registros que se pueden desarrollar desde ellas.

El establecimiento de estaciones de referencia en diferentes lugares de la Antártida es una línea en desarrollo dentro de diferentes programas internacionales en los que participan los países que poseen instalaciones en la Antártida. Las dos bases españolas disponen ya de cierta instrumentación para registrar diferentes parámetros, con lo que se contribuye en redes internacionales, tanto meteorológicas como, en el caso de la base *Juan Carlos I*, en el Programa EASIZ.

En las instalaciones antárticas españolas suelen incluirse, cada campaña, científicos extranjeros que desarrollan diferentes proyectos de investigación, en general en colaboración con grupos españoles. De igual modo, es también frecuente que investigadores españoles desarrollen sus actividades desde instalaciones antárticas de otros países. Todo ello enlaza con las recomendaciones del Tratado Antártico.

Durante la campaña 1999-2000, se va a realizar una ampliación de la base *Gabriel de Castilla*, añadiéndole un nuevo módulo vivienda, de unos 110 metros cuadrados. Este edificio, que se transportará en piezas y será montado *in situ*, ha sido construido por el Taller y Centro de Construcciones Electrotécnicas (TYCE) y significará una importante mejora de las condiciones de habitabilidad y de trabajo en esta base. Aunque no se aumentará el número de plazas de la base, la nueva situación permitirá disponer de espacios más adecuados para el trabajo y el almacenamiento. Por otra parte, está también previsto realizar, en la campaña 2000-2001 una serie de mejoras en la base *Juan Carlos I*, con la instalación de un nuevo edificio.

Hasta ahora, en las campañas antárticas desarrolladas desde que existen las bases españolas, ha participado un solo buque. Sin embargo, en la campaña 1999-2000, está prevista la participación de dos buques españoles. Al *Hespérides*, a bordo del cual se desarrollarán diversos proyectos científicos, se unirá el buque *Las Palmas*, que complementará el apoyo logístico, ocupándose especialmente del traslado y desembarco del nuevo edificio que se instalará en la base *Gabriel de Castilla*.

El buque *Las Palmas,* figura 6, es un remolcador de altura, de la Armada, el cual, adaptado para realizar traslados de investigadores a la Antártida y para trabajos oceanográficos, jugó un importante papel en los primeros años del Programa Antártico Español. Durante las campañas 1988-1989, 1989-1990 y 1990-1991, realizó el apoyo de las bases *Juan Carlos I* y *Gabriel de Castilla*, además de efectuar investigaciones oceanográficas y trasladar a los investigadores españoles que trabajaban en otros lugares de la Antártida Occidental. El buque *Las Palmas* llegó a navegar hasta cerca del círculo polar y colaboró, en 1989, en el rescate del buque argentino *Bahía Paraíso*, accidentado cerca de la base norteamericana *Palmer*. Cuando en 1991 el BIO *Hespérides* comenzó sus campañas antárticas, el buque *Las Palmas* volvió a sus labores de remolcador, con base en Las Palmas de Gran Canaria.

La investigación antártica española se ha desarrollado notablemente desde su comienzo institucionalizado en 1988. El funcionamiento ininte-

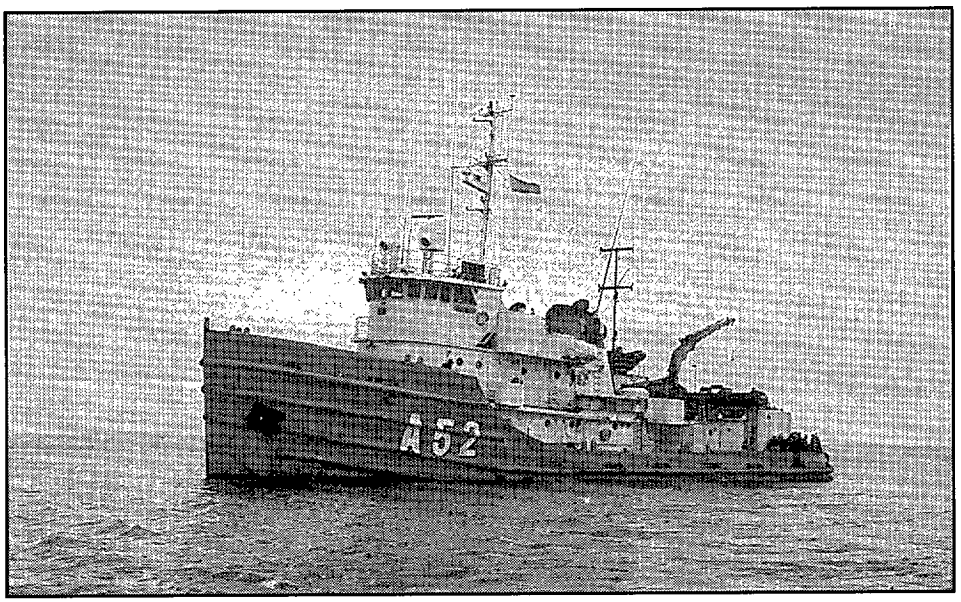


Figura 6.– *Buque* Las Palmas, *que participó en tres campañas antárticas entre 1988 y 1991, y que volverá a hacerlo en la temporada 1999-2000.*

rrumpido del PNIA, la existencia de las bases *Juan Carlos I* y *Gabriel de Castilla*, así como el apoyo logístico y las investigaciones desarrolladas primero por el buque *Las Palmas* y luego, desde 1991, por el buque *Hespérides,* han sido elementos fundamentales para el desarrollo de las actividades antárticas españolas. En particular, la entrada en funcionamiento del *Hespérides* supuso un gran impulso para las posibilidades españolas de investigación en la Antártida.

En definitiva, los medios puestos a disposición de nuestra comunidad científica, han conducido a que hoy un número considerable de grupos científicos españoles hayan realizado interesantes contribuciones a la investigación antártica en los campos de la atmósfera, biología, cartografía y geodesia, geofísica, geología, glaciología y oceanografía. Por otra parte, se ha ganado una considerable experiencia en las operaciones logísticas antárticas, imprescindibles para la ejecución de las actividades científicas en la Antártida. Las actividades científicas españolas, se ven reflejadas en los informes anuales al SCAR, siendo el informe número 11 el que se distribuye en 1999.

Resulta especialmente destacable el progresivo incremento de la cooperación internacional en las actividades antárticas españolas a lo largo del

periodo citado. Muchas de esas investigaciones antárticas están conectadas con programas internacionales. Diversos grupos mantienen colaboraciones con científicos de otros países, siendo relativamente frecuente la participación de españoles en campañas antárticas extranjeras, incluyendo la presencia en sus bases y buques, lo cual permite actuar en sectores antárticos donde no existen apoyos logísticos españoles, como es el caso de los trabajos llevados a cabo en la Antártida Oriental o desde buques extranjeros en áreas no visitadas por el *Hespérides*. En este sentido, ha habido relaciones, entre otros, con Alemania, Argentina, Brasil, Chile, Corea, Estados Unidos, Gran Bretaña, Italia, Nueva Zelanda y Uruguay, además de la participación en varias campañas dentro del Programa internacional *Ocean Drilling Project*. Asimismo, en las campañas españolas es relativamente habitual que participen cada año científicos de otros países, como ha sido el caso de Alemania, Bélgica, China, Dinamarca, Italia, Suecia y Estados Unidos.

El camino recorrido en los últimos 12 años por la investigación antártica española es muy apreciable, en particular para un país con muy escasa tradición en las actividades polares, como es el nuestro. En este tiempo, el nivel y la productividad de estas investigaciones han aumentado considerablemente. En la actualidad, es ya frecuente la publicación en revistas científicas prestigiosas de artículos españoles sobre investigaciones en la Antártida, así como la presencia en congresos internacionales y la integración de proyectos de investigación españoles dentro de programas internacionales, como los promovidos por el SCAR.

En los últimos años los investigadores españoles han realizado numerosas publicaciones científicas sobre la Antártida (véase bibliografía, pp. 58-59) y se ha contribuido en cierto grado al conocimiento de su territorio con la publicación de un número considerable de mapas antárticos de diversos tipos, topográficos, temáticos y cartas náuticas. Los avances de la ciencia antártica española se han producido gracias a las aportaciones de un número importante de científicos de diversas universidades, centros del CSIC, así como de otras instituciones y organismos públicos de investigación.

El Programa Antártico Español es relativamente joven y modesto, en términos de inversión económica, si se compara con los de muchos de los países que actúan en la Antártida. Sin embargo, es activo y en pocos años ha recorrido un camino considerable. Desde nuestro país se está desarrollando en la Antártida una actividad científica homologable interna-

cionalmente, la cual, además de contribuir al progreso del conocimiento, avala la presencia de España en los principales foros internacionales donde se discute y decide sobre el futuro de la Antártida.

La investigación en la Antártida está contemplada dentro de una de las áreas científico-tecnológicas que se plantean dentro del nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. Este plan abarcará el periodo 2000-2003 y se encuentra actualmente en tramitación para ser definitivamente aprobado a finales de 1999 y entrar en vigor en enero del año 2000.

La Antártida y el medio ambiente

En lo que se refiere a la protección medioambiental, el texto inicial del Tratado señala la prohibición de realizar explosiones nucleares y de eliminar residuos radioactivos en la Antártida. Asimismo llama la atención sobre la protección y conservación de los recursos vivos antárticos.

A las recomendaciones relativas a la protección medioambiental que contiene el Tratado, se han ido sumando una serie de convenios internacionales enfocados a potenciar la conservación del medio ambiente antártico. Con ello, toda la Antártida queda designada como un área de conservación especial. Entre los acuerdos citados están las Medidas para la Conservación de la Fauna y Flora Antárticas (1964), el Convenio sobre Conservación de las Focas Antárticas (CCAS) *Convention on the Conservation of Antarctic Seals*, 1972 y el Convenio sobre Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR) *Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources*, 1980. En este sentido, merece una mención especial el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, conocido también como Protocolo de Madrid, por haber sido elaborado en esta ciudad en 1991.

El Protocolo de Madrid, que ha entrado en vigor el 14 de enero de 1998, es en la actualidad una pieza clave del sistema del Tratado Antártico. Entre otras cosas, regula y limita la presencia y actividad humana en la Antártida, establece una moratoria de 50 años para la explotación de recursos minerales, instaura la necesidad de realizar una evaluación previa de impacto ambiental para cualquier tipo de actividad logística, operacional o científica y obliga al seguimiento y control del estado del medio ambiente, reafirma la necesidad de conservación de la fauna y flora antárticas, exige la implantación de procedimientos para la eliminación y tratamiento y eliminación de residuos y de prevención de la contaminación

marina, así como para el establecimiento y gestión de zonas de especial protección. Además, están en elaboración las normas que regularán las responsabilidades por posibles daños medioambientales. Los países que componen la comunidad antártica internacional están realizando esfuerzos para la implementación de esta norma.

Un instrumento previsto por el Protocolo de Madrid es el CPA, en el cual cada parte del Tratado tiene derecho a participar. La constitución y normas de funcionamiento del CPA fueron establecidas durante la XXII Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA), celebrada en Noruega en junio de 1998. En la XXIII RCTA, celebrada en Lima, en junio de 1999, el CPA tuvo su segunda reunión y prosiguió avanzando en el ejercicio de sus funciones.

Zonas especialmente protegidas

La protección medioambiental del conjunto de la Antártida, garantizada en principio por el Tratado Antártico, se ve complementada por las figuras de protección especial que se han asignado a determinadas áreas. Estas áreas son lugares de un valor especialmente alto o bien de una fragilidad extrema, cuya preservación conviene ser extremada ante la posible amenaza de una excesiva presión antrópica.

En la Antártida se han establecido áreas especialmente protegidas desde 1964, cuando se implantaron medidas para la conservación de la fauna y la flora antárticas. Desde entonces, en sucesivas etapas, se han ido definiendo diferentes categorías de lugares, con diverso grado de oficialización. Estos son (FCO, 1997):

— Zonas Especialmente Protegidas (SPA) *Specially Protected Areas.*
— Lugares de Especial Interés Científico (SSSI) *Sites of Special Scientific Interest.*
— Lugares y Monumentos Históricos (HSM) *Historic Sites and Monuments.*
— Reservas de Focas (*Convention for the Conservation of Antarctic Seals-CCAS-Seal Reserves).*
— Lugares del Programa de Monitorización de Ecosistemas de CCAMLR (CEMP) *CCAMLR Ecosystem Monitoring Programme.*
— Tumbas (*Tombs*, T).
— Zonas antárticas Especialmente Gestionadas (ASMA) *Antarctic Specially Managed Areas.*
— Zonas Especialmente Reservadas (SRA) *Specially Reserved Areas.*
— Zonas de Planificación para Usos Múltiples (MPA) *Multiple-use Planning Areas.*

En su conjunto, el total de las áreas y lugares sujetas a protección bajo alguna de las figuras anteriormente citadas, supone alrededor de 2.385 kilómetros cuadrados en territorios emergidos y unos 217.298 kilómetros cuadrados en áreas marinas. El territorio protegido especialmente y situado en zonas emergidas constituye alrededor del 0,016% de la superficie del continente antártico (López Martínez y Durán, 1998).

El Anexo V del Protocolo de Madrid pretende racionalizar el sistema de zonas protegidas en la Antártida. Para ello introduce dos nuevos tipos de denominaciones: las Zonas Antárticas Especialmente Administradas (ZAEA) y las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), incluyéndose en esta última categoría las anteriormente denominadas SPA y SSSI.

La entrada en vigor del citado Anexo V, supone la necesidad de elaboración de planes de gestión para las ZAEP y las ZAEA, siendo necesario un permiso emitido por una Autoridad Antártica Nacional apropiada para poder entrar en las ZAEP.

Hay que reseñar que la protección global que le confiere el Tratado Antártico al conjunto de la Antártida es la figura predominante y no debe quedar reducida por la protección especial que se otorgue a ciertas áreas. Sin embargo, el especial interés, la fragilidad, el excepcional grado de conservación o el riesgo de impacto antrópico, pueden recomendar que se potencie aún más la protección sobre ciertas zonas. No obstante, conviene tener en cuenta el riesgo que puede suponer el hecho de que numerosos lugares de la Antártida reúnen características suficientes para ser declarados protegidos y que una excesiva proliferación de este tipo de catalogaciones complicaría el sistema de gestión de las mismas y quizás contribuiría a debilitar la imagen de protección global sobre la Antártida que establece el Protocolo de Madrid. Por ello, sería recomendable limitar y establecer adecuadamente los criterios conducentes a la designación de áreas especialmente protegidas. Dichos criterios deberían emanar de una estrategia general para el establecimiento de áreas protegidas en el conjunto de la Antártida. Esta cuestión está siendo objeto de debate en los foros antárticos correspondientes.

Requerimientos medioambientales de las actividades en la Antártida

La entrada en vigor del Protocolo de Madrid hace que todos los países que actúan en la Antártida, entre ellos España, deban asumir una serie de compromisos y normas, entre las que están las siguientes:

— Compromiso de protección global del medio ambiente antártico y de designación de la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia.
— Tomar medidas legales y administrativas adecuadas para asegurar el cumplimiento del Protocolo de Madrid, informando anualmente a las demás partes consultivas sobre las medidas adoptadas.
— Asegurar que los procedimientos de evaluación de impacto ambiental establecidos por el Protocolo de Madrid sean aplicados a todas las actividades que se realicen en el área del Tratado.
— Disponer de planes de emergencia para responder a los incidentes que puedan tener efectos adversos para el medio ambiente antártico.
— Asegurar el cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la eliminación y el tratamiento de residuos que indica el Protocolo de Madrid, elaborando planes e informes sobre su ejecución.
— Asegurar el cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la prevención de la contaminación marina que indica el Protocolo de Madrid, las cuales van dirigidas, fundamentalmente, a los buques que operan en el área del Tratado.
— Expedición de las autorizaciones o permisos para acceder a las ZAEP y para las actuaciones sobre la fauna y la flora antárticas, de acuerdo con el Protocolo.
— Asegurar el cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la protección y gestión de zonas que indica el Protocolo de Madrid.
— Contribuir al intercambio de datos y libre acceso a la información científica, estableciendo un Centro Nacional de Datos Antárticos conectado con el Antarctic Master Directory, que reúne los metadatos existentes.
— Intercambiar anualmente, con todos los países del Tratado, la información sobre actividades realizadas y previstas

Situación de España ante la protección medioambiental de la Antártida y el cumplimiento del Protocolo de Madrid

Desde la integración de España en el sistema del Tratado Antártico, nuestro país asumió su responsabilidad en el cumplimiento de las directrices de protección del medio ambiente contenidas en el Tratado. De este modo, tanto las instalaciones antárticas españolas, como el desarrollo de las actividades organizadas por nuestro país en el ámbito antártico, han estado desde el comienzo inspiradas por principios de protección del medio ambiente. Un reflejo de ello son las propias características, dimen-

sionamientos y buena situación actual del entorno inmediato en el que se sitúan nuestras dos bases antárticas. Nuestro país ha asumido que es necesario que todas las instalaciones antárticas españolas (bases *Juan Carlos I* y *Gabriel de Castilla*, y BIO *Hespérides*), así como las actividades que realicen las expediciones españolas a la Antártida cumplan los requerimientos que vienen impuestos a los Estados por el Protocolo de Madrid.

A España le cabe el honor de haber sido sede de las reuniones en las que definitivamente quedó establecido el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente. Fue precisamente en Madrid, donde se culminó y aprobó el texto final de este importante documento. De ahí que sea actualmente conocido como Protocolo de Madrid. En la organización y desarrollo de la reunión tuvo un relevante papel nuestro Ministerio de Asuntos Exteriores. Tras numerosas negociaciones se llegó a consensuar y aprobar el texto del Protocolo. Quedaba entonces pendiente, para su entrada en vigor, de acuerdo con la norma del sistema, la ratificación por parte de los gobiernos de todas las partes consultivas.

España ratificó el Protocolo, el día 1 de junio de 1992. Después lo irían haciendo los demás miembros, hasta que el Protocolo entró en vigor el 14 de enero de 1998, un mes después de la ratificación por parte del último miembro consultivo, que fue Japón.

Tal como dispone el Tratado Antártico, la información sobre los planes de actividades antárticas españolas ha sido elaborada e intercambiada anualmente con las otras partes, de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado.

Las actividades en las instalaciones antárticas españolas, así como los proyectos científicos desarrollados hasta ahora, han actuado, desde el primer momento, de acuerdo con las recomendaciones del Tratado Antártico y bajo parámetros de respeto y protección medioambiental. Se trata de instalaciones relativamente modernas, dimensionadas y equipadas para atender adecuadamente los requerimientos necesarios de protección del entorno, abastecimiento, manejo de combustible, y eliminación y tratamiento de residuos.

Ante la entrada en vigor, el 14 de enero de 1998, del Protocolo de Madrid, se han realizado en España una serie de actuaciones con el fin de asegurar la mejor adecuación a la normativa emanada del Protocolo por parte de las actividades y de las instalaciones antárticas españolas, así como de las estructuras administrativas en las que éstas se basan. Los avances producidos en este terreno en nuestro país fueron comunicados, como

indica el Protocolo, al CPA y a la XXIII RCTA, celebrada en Lima en junio de 1999. En el Documento Informativo XXIII RCTA-IP29 sobre actuaciones españolas relacionadas con el cumplimiento del Protocolo de Madrid, se indicaban, entre otras cosas, lo que se reseña a continuación.

Adopción de resoluciones y medidas del Tratado Antártico, pendientes de aprobación

España, que ha concluido la tramitación interna relativa al Anexo V del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y así se lo ha comunicado al Estado depositario, está asimismo agilizando la tramitación de las recomendaciones pendientes de las reuniones consultivas del Tratado Antártico.

Adecuación de la estructura administrativa

Recientemente, se han producido cambios en la estructura administrativa conectada con las actividades antárticas españolas. En mayo de 1998, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) aprobó la constitución del Comité Polar Español (CPE), encargado de la coordinación de todas las actividades dependientes de la Autoridad Antártica Nacional, papel, este último, que en España tiene asignado la CICYT. La citada coordinación la realizará la OCYT de la Presidencia del Gobierno, a través de la Secretaría Técnica del CPE. El CPE cuenta con representantes de los diversos ministerios implicados en las actividades antárticas y está presidido por el director de la OCYT.

El CPE tiene entre sus funciones la coordinación entre los diversos ministerios implicados, dándose la circunstancia de que en las operaciones antárticas españolas intervienen diferentes ministerios, de los cuales dependen, por ejemplo y respectivamente, las gestiones de los proyectos de investigación, de la base *Juan Carlos I*, de la base *Gabriel de Castilla* o del buque *Hespérides*. Además, al CPE le han sido asignadas otras funciones, muchas de las cuales están relacionadas con el cumplimiento del Protocolo de Madrid. Por ello y para atender adecuadamente los aspectos medioambientales, a la Secretaría Técnica del CPE se ha adscrito un técnico en evaluación de impactos ambientales. Al CPE le han sido asignadas una serie de funciones, que son enumeradas posteriormente.

Procedimiento para la evaluación de impactos ambientales

Se ha establecido un sistema que permita cumplir con los requerimientos del artículo 8 y con el Anexo I del Protocolo de Madrid, y asegurar, como

indica el artículo 8.2 del Protocolo, que los procedimientos de evaluación de impacto ambiental establecidos por el propio Protocolo, sean aplicados a todas las actividades que España realice en el área del Tratado.

Según el procedimiento establecido, el CPE, en representación de la Autoridad Antártica Nacional, es quien decidirá sobre los estudios de impacto ambiental de las actividades antárticas de los diferentes operadores o promotores españoles. Los pasos a seguir que se han establecido para la evaluación de los impactos ambientales, de acuerdo con las directrices del Protocolo, figura 7, p. 46.

Por su parte, los diferentes operadores antárticos españoles están adoptando medidas para realizar estudios de evaluación medioambiental de las actividades que tienen previsto realizar. Así, el PNIA ya ha establecido un procedimiento para efectuar los correspondientes estudios de evaluación de impacto ambiental de los proyectos de investigación españoles, de cuya gestión se ocupa, al igual que harán las organizaciones que operan las diferentes instalaciones antárticas españolas.

Expedición de permisos para acceder y realizar actividades en las ZAEP

Para cumplir con lo establecido en el artículo 7 del Anexo V del Protocolo de Madrid, que indica que «cada parte designará una autoridad competente que expedirá los permisos que autoricen ingresar y emprender actividades en una ZAEP», en España se ha establecido que dicha función recaiga en el CPE. Asimismo, el CPE establecerá sistemas para cumplir los requerimientos sobre intercambio de información en relación con las ZAEP que establece el artículo 10 del Anexo V del Protocolo

Intercambio de información

Con el fin de almacenar e intercambiar adecuadamente la información antártica, se ha establecido un archivo de datos y muestras, así como un Centro Nacional de Datos Antárticos. Estos dependen del CPE y se espera que se encuentren completamente operativos en 1999. El centro de datos estará conectado con el ADDS (*Antarctic Data Directory System*), de modo que España pueda contribuir al intercambio de información, tal como indica el Tratado en su artículo III.1.*c*, y cumplir la resolución cuarta de la XXII RCTA, 1998, por la cual «se insta a las partes que aún no lo hayan hecho, a establecer sus centros nacionales de datos antárticos y conectarlos con el ADDS».

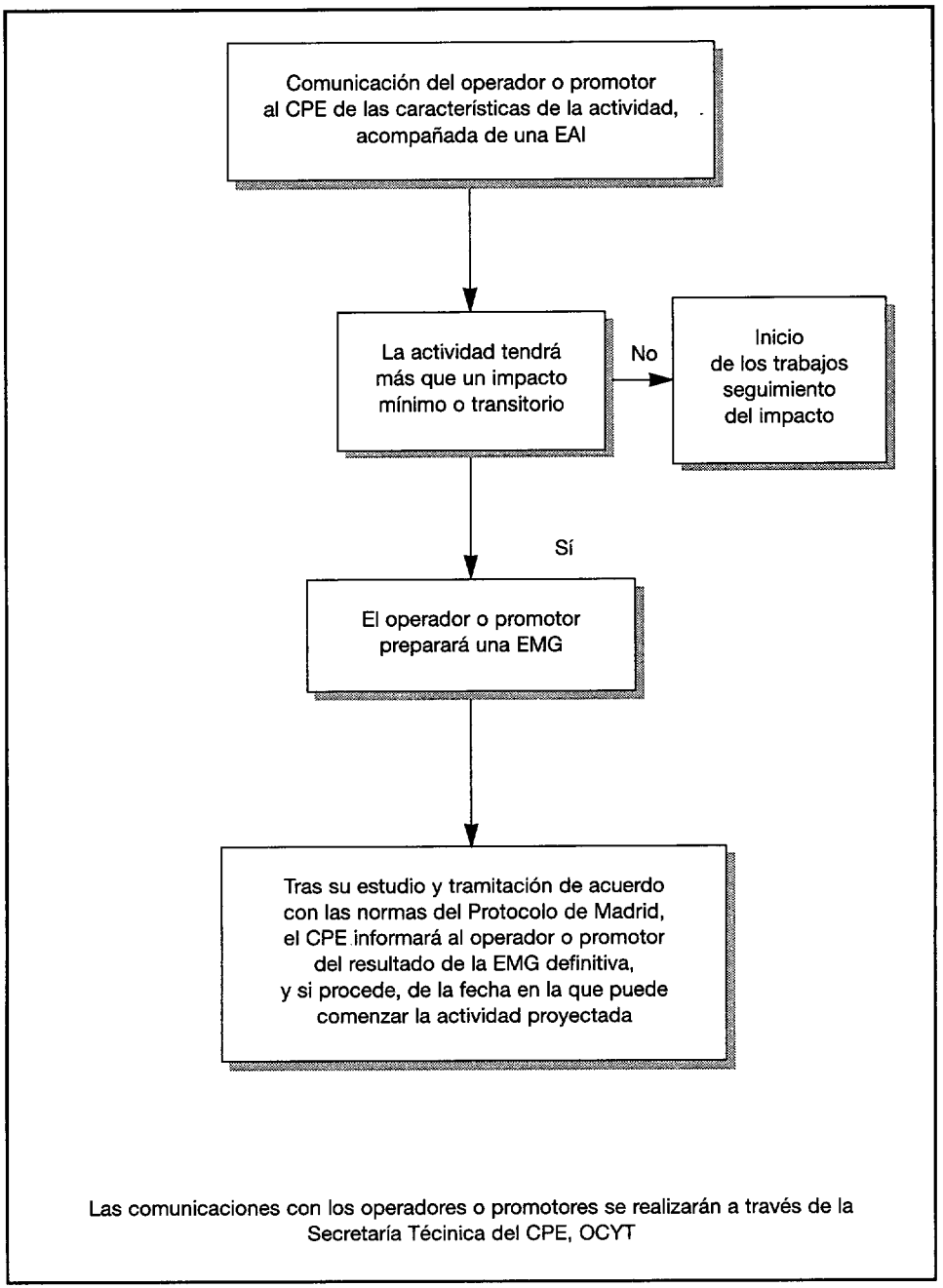


Figura 7.– *Esquema simplificado del procedimiento para la evaluación de impacto ambiental de las actividades antárticas españolas.*

El citado Centro Nacional de Datos Antárticos cuenta con infraestructura material y personal adecuados para su funcionamiento. La participación del responsable del banco de datos en la tercera reunión del JCADM (*Joint Committee on Antarctic Data Management*), que se celebró en junio de 1999, ha favorecido la conexión del Centro de Datos Español con el JCADM y con el ADDS.

Procedimiento para la evaluación de los impactos ambientales de las actividades españolas en la Antártida

En relación con la evaluación de los impactos ambientales, tema al que el Protocolo y el CPA prestan una especial atención, en la reunión del CPE celebrada el 7 de julio de 1999 se aprobó el siguiente:

— El artículo 8 del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (en lo sucesivo el Protocolo) determina que «los procesos de planificación que conduzcan a tomar decisiones sobre cualquier actividad emprendida en el área del Tratado Antártico, de conformidad con los programas de investigación científica, con el turismo y con todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico, para las cuales se requiere notificación previa, de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico», deberán someterse a los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) establecidos en el Anexo I del Protocolo. Asimismo, el citado artículo dispone que estos procedimientos «se aplicarán a todos los cambios de actividad, bien porque el cambio se deba a un aumento o una disminución de la intensidad de una actividad ya existente, bien a otra actividad añadida, al cierre de una instalación, o a otras causas».

— El artículo 1.1 del Anexo I del Protocolo dice textualmente: «El impacto medioambiental de las actividades propuestas, mencionadas en el artículo 8 del Protocolo, tendrá que ser considerado, antes de su inicio, de acuerdo con los procedimientos nacionales apropiados». Así pues, las referidas actividades se someterán a un procedimiento reglado que, siguiendo las directrices nacionales de evaluación de impacto ambiental, tenga en cuenta las singularidades de la Antártida y de las propias actividades a desarrollar. Este procedimiento establece un sistema para decidir sobre la catalogación del grado de impacto ambiental que supongan las actividades que se pretenda realizar, e informar, en el modo que corresponda, CPA y a las partes.

En España, la evaluación de impacto ambiental está regulada, con carácter básico, por el Real Decreto Legislativo 1.302/1986, de 28 de junio, y por el Real Decreto 1.131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del anterior Real Decreto Legislativo. Estas normas son la transposición al Derecho interno de la Directiva del Consejo 85/337/CEE, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente; esta directiva ha sido posteriormente modificada por la Directiva 97/11/CE del Consejo. Estas normas consideran la evaluación de impacto ambiental como el instrumento adecuado para introducir la variable ambiental en los procesos de planificación y decisión, al objeto de preservar los recursos naturales y la defensa del medio ambiente. Para ello, establecen que la decisión sobre una determinada actividad debe tomarse después de una evaluación previa de sus repercusiones sobre el medio ambiente, y que dicha evaluación debe llevarse a cabo tomando como base la información apropiada proporcionada por el promotor de la actividad, y eventualmente completada por las autoridades y el público interesados en la misma.

La responsabilidad final sobre las evaluaciones de impacto ambiental de las actividades antárticas españolas corresponde a la Autoridad Antártica Nacional. En España, las funciones de la Autoridad Antártica Nacional recaen en CICYT, habiendo sido creado, en mayo de 1988, el CPE como base para la coordinación de todas las actividades dependientes de la Autoridad Antártica Nacional, efectuándose desde la OCYT la coordinación con todas las instituciones implicadas a través de la Secretaría Técnica del CPE (resolución aprobada por la Comisión Permanente de la CICYT, 1875-1998).

Con el fin de dar la necesaria agilidad al procedimiento de EIA, el CPE acordó, en su reunión de 22 de marzo de 1999, que, en caso necesario y para evitar retrasos excesivos, las decisiones sobre las actuaciones que presenten un impacto igual o menor a mínimo o transitorio, y que por lo tanto sólo requieran una EIA, puedan ser comunicadas a los operadores o promotores por la Secretaría Técnica del CPE. Estas decisiones serán informadas al CPE y formalizadas por el mismo en su siguiente reunión. Las decisiones sobre actividades que presenten más que un impacto mínimo o transitorio serán necesariamente comunicadas a los operadores o promotores tras su análisis por el CPE.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se expone a continuación el procedimiento a seguir por los operadores o promotores españoles que actúen en

el ámbito del Tratado Antártico para dar cumplimiento al Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente:

Procedimiento

PRIMERO

a) Todo operador o promotor que se proponga llevar a cabo alguna de las actividades mencionadas en el artículo 8 del Protocolo, las cuales se detallan en el apartado *b)* de este punto, deberá remitir al CPE, a través de su Secretaría Técnica, antes del inicio de la actividad, un documento en el que se detallen las características de la misma junto con una EIA, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Anexo I del Protocolo. A tal fin, el operador remitirá a la Secretaría Técnica del CPE la documentación especificada en el citado artículo, en la que, además de otras consideraciones, se incluya:

«Una descripción de la actividad propuesta incluyendo su objetivo, localización, duración e intensidad y, en su caso, la consideración de las alternativas a la actividad propuesta y de las de cualquier impacto que la actividad pueda producir, incluyendo los impactos acumulativos a la luz de las actividades existentes o de cuya proyectada realización se tenga conocimiento.

Para la realización de la EIA se seguirán las directrices recomendadas por el CPA.»

b) Las actividades a que se refiere el apartado *a)* de este punto son: todas las actividades que vayan a desarrollarse en el área del Tratado Antártico, para las cuales se requiere notificación previa, de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico.

El citado artículo VII (5) del Tratado Antártico hace referencia a:

«Toda expedición a la Antártida y dentro de la Antártida en la que participen sus navíos nacionales, y todas las expediciones a la Antártida que se organicen o partan de su territorio.

Todas las estaciones en la Antártida ocupadas por sus nacionales.

Todo personal o equipo militares que se proyecte introducir en la Antártida para investigaciones científicas o para cualquier otro fin pacífico.»

SEGUNDO

Si la Secretaría Técnica del CPE, como resultado de la EIA, considerara que la actividad propuesta no tendrá, previsiblemente, más que un impacto mínimo o transitorio y que puede ser aprobada, la trasladará al CPE para su aprobación. Si fuese necesario, por los plazos, podrá informar al operador o promotor de este resultado y le comunicará que puede iniciar la actividad, siendo la decisión trasladada a la siguiente reunión del CPE para su aprobación. Además, le indicará, de acuerdo con el artículo 2.2 del Anexo I del Protocolo, los procedimientos que deben aplicarse con relación al seguimiento del impacto de la actividad.

TERCERO

Si la Secretaría Técnica del CPE, como resultado de la EIA o de cualquier otro modo, considerara que la actividad propuesta tendrá, previsiblemente, un impacto más que mínimo o transitorio, informará al CPE de este resultado quien, a su vez, informará al operador o promotor de la decisión que adopte y, en su caso, le comunicará que debe preparar una Evaluación Medioambiental Global (EMG) que, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 3.2 del Anexo I del Protocolo, deberá comprender:

> «Una descripción de la actividad propuesta, incluyendo su objetivo, ubicación, duración e intensidad, así como posibles alternativas a la actividad, incluyendo la de su no-realización, junto con las consecuencias de dichas alternativas.
>
> Una descripción del estado de referencia inicial del medio ambiente, con la cual se compararán los cambios previstos, y un pronóstico del estado de referencia futuro del medio ambiente, en ausencia de la actividad propuesta.
>
> Una descripción de los métodos y datos utilizados para predecir los impactos de la actividad propuesta.
>
> Una estimación de la naturaleza, magnitud, duración e intensidad de los probables impactos directos de la actividad propuesta.
>
> Una consideración de los posibles impactos indirectos o de segundo orden de la actividad propuesta.
>
> La consideración de los impactos acumulativos de la actividad propuesta, teniendo en cuenta las actividades existentes y otras actividades de cuya proyectada realización se tenga conocimiento.

La identificación de las medidas, incluyendo programas de observación, que puedan ser adoptadas para minimizar o atenuar los impactos de la actividad propuesta y detectar impactos imprevistos y que podrían, tanto prevenir con suficiente antelación cualquier impacto negativo de la actividad, como facilitar la pronta y eficaz resolución de accidentes.

La identificación de los impactos inevitables de la actividad propuesta.

La consideración de los efectos de la actividad propuesta sobre el desarrollo de la investigación científica y sobre otros usos y valores existentes.

La identificación de las lagunas de conocimiento e incertidumbres halladas durante el acopio de información necesaria conforme a este punto.

Un resumen no técnico de la información proporcionada con arreglo a este punto.

Nombre y dirección de la persona u organización que preparó la EMG y la dirección a la cual se deberán dirigir los comentarios posteriores.

Para la realización de la EMG, se seguirán las directrices recomendadas por el Comité para la Protección del Medio Ambiente.»

CUARTO

Una vez preparado por el operador o promotor, el proyecto EMG será remitido al CPE, quien, de acuerdo con lo establecido en el punto tercero del artículo 3 del Anexo I del Protocolo, lo pondrá a disposición pública y lo enviará a todas las partes concediendo un plazo de 90 días para la recepción de comentarios. Al mismo tiempo, y al menos 120 días antes de la próxima reunión consultiva del Tratado Antártico, el proyecto de EMG se enviará al CPA para su consideración, en cumplimiento de lo dispuesto en el punto cuarto del referido artículo 3:

«No se adoptará una decisión definitiva de iniciar la actividad a menos que la reunión consultiva del Tratado Antártico haya tenido la oportunidad de considerar el proyecto de EMG a instancias del CPA. La aplicación de este párrafo no podrá retrasar el inicio de la actividad más de 15 meses desde la comunicación del proyecto de EMG;

todo ello en virtud de lo establecido en el punto quinto del ar-tículo 3 del Anexo I del Protocolo.»

QUINTO

El CPE informará al operador o promotor del resultado de la EMG definitiva a la que se refiere el artículo 3.6 del Anexo I del Protocolo y, si procede, de la fecha en la que puede comenzar la actividad.

SEXTO

Recomendación general: habida cuenta de los plazos que la aplicación del procedimiento lleva consigo, los operadores o promotores que prevean que alguna de sus actividades proyectadas pueda necesitar una EMG, deberían preparar la documentación requerida con antelación suficiente para evitar que la puesta en marcha de las citadas actividades se retrase en demasía.

SÉPTIMO

Se incluye un esquema del procedimiento, anteriormente descrito, para la evaluación de los impactos ambientales de las actividades españolas en la Antártida.

Estructura de la actividad antártica española

La trayectoria seguida por la actividad antártica española, ha conducido a que en la actualidad se pueda contar con una parte de nuestra comunidad científica que ya ha adquirido, y en cierto modo transmitido, una considerable experiencia antártica, existiendo contactos y antecedentes de cooperación con investigadores e instituciones de diversos países. Por otra parte hay acumulada experiencia técnica y operativa, imprescindible para actuar adecuadamente en las difíciles condiciones antárticas, y existe presencia española en los principales foros internacionales antárticos.

Sobre esta base, es necesario disponer de una estructura organizativa eficaz y adaptada al papel que nuestro país debe tener en el ámbito antártico. Ello ayudará a consolidar la posición alcanzada por España dentro de la comunidad antártica internacional, a desarrollar y dar la adecuada proyección a la actividad que se realiza en la Antártida, a aumentar la presencia y la influencia internacional de nuestro país y a hacer frente ade-

cuadamente a los requerimientos de los compromisos internacionales, en particular los derivados de la entrada en vigor del Protocolo de Madrid.

Sería deseable seguir avanzando en la calidad de las actividades de I+D españolas en la Antártida, incrementando su proyección internacional, a la vez que la implicación de la comunidad española dedicada a I+D. Debe ser también un objetivo modernizar y optimizar el uso de las instalaciones antárticas y de las operaciones logísticas españolas. Para todo ello, es necesario conseguir una actuación coordinada de las diferentes organizaciones, dependientes de diversos ministerios, que intervienen en las actividades antárticas españolas.

Sin duda, la actuación de nuestro país en la Antártida presenta componentes de tipo internacional, así como un marcado carácter interministerial. Por otra parte, está implicada la utilización de grandes instalaciones científicas (*Hespérides* y bases) siendo, a la vez, patente la necesidad de coordinación que tienen las actividades antárticas, las cuales, por otra parte, deben estar principalmente orientadas —por requerimiento del propio Tratado Antártico— hacia la investigación científica y la cooperación internacional.

En consonancia con los motivos citados, un acuerdo del Consejo de Ministros (de fecha 16 de febrero 1996) establece que la CICYT asuma las funciones de Comité Nacional Antártico, encargado de definir la política antártica española, sin perjuicio de las competencias que correspondan al Ministerio de Asuntos Exteriores en los órganos del Tratado Antártico.

La Comisión Permanente de la CICYT, en su reunión del 18 de mayo de 1998, aprobó la propuesta de coordinación de las actividades polares españolas, incluyendo que la Autoridad Antártica Nacional recaiga en el presidente de la Comisión Permanente de la CICYT y creando el CPE, como base para la coordinación de todas las actividades dependientes de la Autoridad Antártica Nacional, siendo asignada a la OCYT, de Presidencia del Gobierno, la función de coordinación con todas las instituciones implicadas a través de la Secretaría Técnica del CPE.

El citado comité, está presidido por el director de la OCYT y cuenta con un secretario técnico, nombrado por el presidente, así como con una serie de vocales en representación de los Ministerios de Educación y Cultura, Asuntos Exteriores, Medio Ambiente, Defensa (uno de la Armada y otro del Ejército de Tierra), Agricultura, Pesca y Alimentación e Industria y Energía.

Entre las funciones del CPE están las siguientes:

— Coordinación entre los diversos ministerios implicados.
— Seguimiento y control de las obligaciones derivadas de la normativa antártica
— Seguimiento y control de las obligaciones relacionadas con la protección del medio ambiente antártico.
— Examen y resolución de los estudios sobre evaluación de impacto ambiental que realicen los promotores de actividades en la Antártida.
— Expedición de los permisos para acceder y realizar actividades en las ZAEP.
— Examen de los planes de emergencia de las instalaciones españolas para responder a incidentes que puedan tener efectos adversos para el medio ambiente antártico.
— Examen y seguimiento de los planes de eliminación y tratamiento de residuos de las instalaciones antárticas españolas.
— Establecimiento y mantenimiento del banco de datos y muestras.
— Archivo de la documentación antártica.
— Conexión con la Comisión de Gestión del BIO *Hespérides*.
— Coordinación de las relaciones internacionales y de los Comités en los que España participa: SCAR, COMNAP (*Council of Managers of National Antarctic Programmes*), SCALOP (*Satanding Commitee on Antarctic Logistic and Operations*), MNADC, AEON (*Antarctic Environmental Officers Network*), EPB-ESF, etc., así como de los aspectos derivados de otros convenios internacionales.
— Análisis de la participación en proyectos internacionales.
— Distribución internacional de la documentación antártica española, en ciertos casos a través del Ministerio de Asuntos Exteriores.
— Elaboración de los informes al Tratado Antártico (a distribuir a través del Ministerio de Asuntos Exteriores) y al SCAR, a través del Comité Nacional de Investigación Antártica (CNIA).

En las figuras 8 y 9, pp. 56-57, se incluyen esquemas simplificados de la estructura organizativa española relacionada con la Antártida. Aparte de la labor coordinadora del CPE y de la conexión, a través del Ministerio de Asuntos Exteriores, con el Tratado Antártico, existen una serie de organizaciones, dependientes de diversos ministerios, que se ocupan de la ejecución de las actividades.

En la actualidad, en el marco del III Plan Nacional de I+D vigente hasta el 31 de diciembre de 1999, al Ministerio de Educación y Cultura, a través del PNIA, le corresponden las siguientes funciones:

— Resolución y gestión de los proyectos de investigación científica presentados a las convocatorias oficiales que aparecen publicadas en el *Boletín Oficial del Estado.*
— Ajuste de los planes de campaña en función de los requerimientos de los diferentes proyectos.
— Participación en la preparación de cada campaña, en conexión con los responsables de las diferentes instalaciones antárticas implicadas.
— Recopilación de los datos obtenidos en cada campaña para su entrega al banco de datos antárticos.
— Elaboración de los informes anuales de campaña, relativos al desarrollo de los proyectos científicos.

La Comisión de Gestión del BIO *Hespérides* está presidida por el director de la OCYT y cuenta con un secretario, nombrado por el presidente, y una serie de vocales del Estado Mayor de la Armada, el Ministerio de Educación y Cultura, el IEO, el CSIC y el Consejo de Universidades, además del comandante del buque. Se ocupa de la coordinación general de las actividades del *Hespérides*, no sólo en la Antártida, decidiendo sobre la aprobación definitiva de los proyectos a realizar a bordo y estableciendo el calendario de actividades.

Para su labor, la comisión cuenta con el apoyo de la UGBO. Dicha unidad radica en el Instituto de Ciencias del Mar, en Barcelona, y depende del CSIC, siendo financiada por la OCYT. La UGBO se ocupa de la gestión técnica del BIO *Hespérides* para el desarrollo de los proyectos científicos. Desde 1998, la UGBO está también encargada de la gestión técnica de la base *Juan Carlos I.*

La coordinación con las actividades antárticas del Ministerio de Defensa está asegurada mediante la presencia de sus representantes en el CPE y en la Comisión de Gestión del *Hespérides*. Por una parte, la Armada, a través de la División de Logística, se ocupa de las operaciones del *Hespérides*, así como del apoyo en otras actividades marinas, como es el caso de la citada participación del buque *Las Palmas* en la próxima campaña antártica. Otros ejemplos de participación de la Armada en las actividades antárticas españolas son la elaboración de diversas cartas hidrográficas por parte del Instituto Hidrográfico de la Marina, las investigaciones geofísicas y geodésicas desarrolladas por el Real Observatorio de la Armada, de San Fernando, o los apoyos brindados a otros proyectos para desembarcos y labores de buceo.

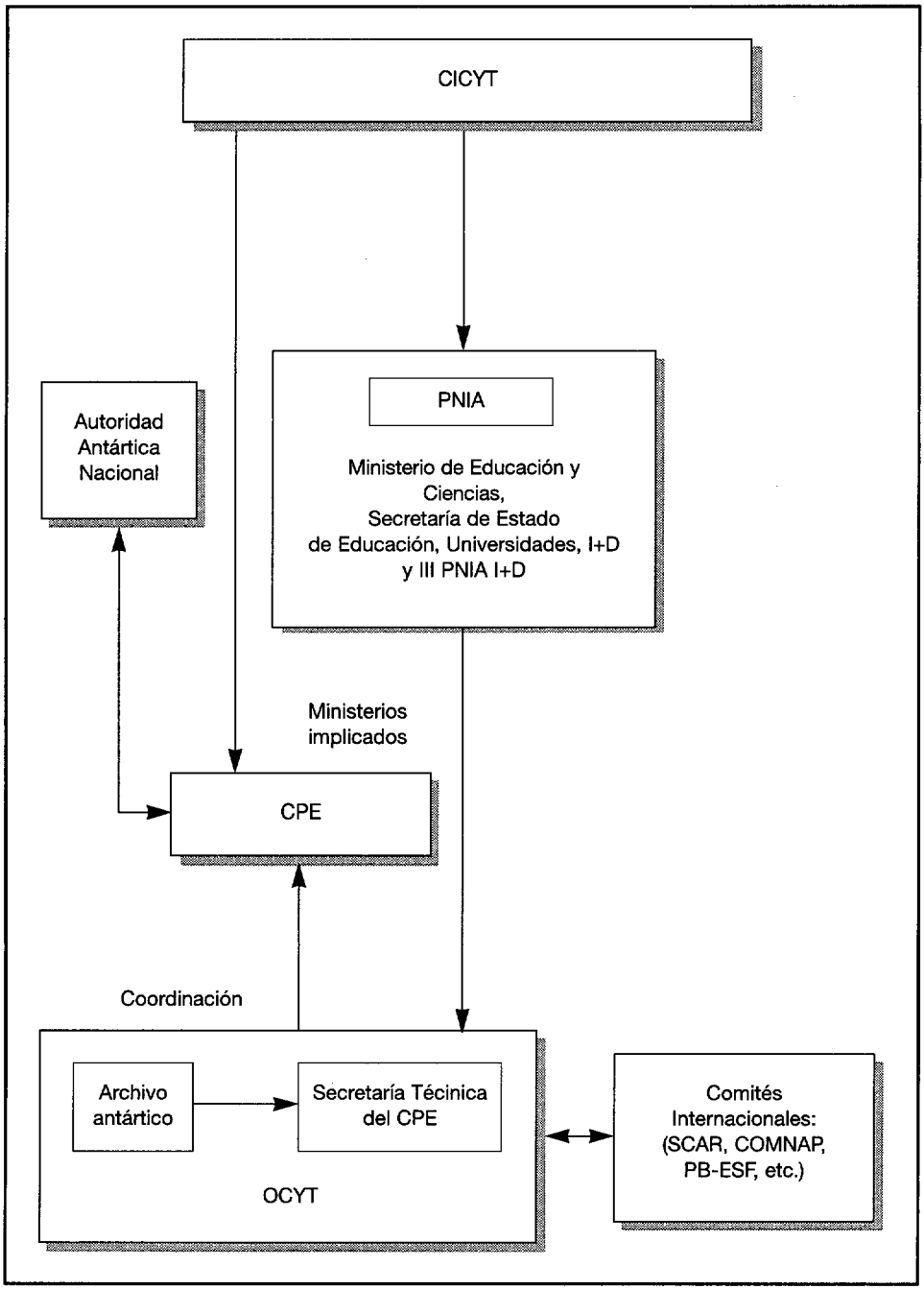


Figura 8.– *Esquema simplificado de la organización antártica española.*

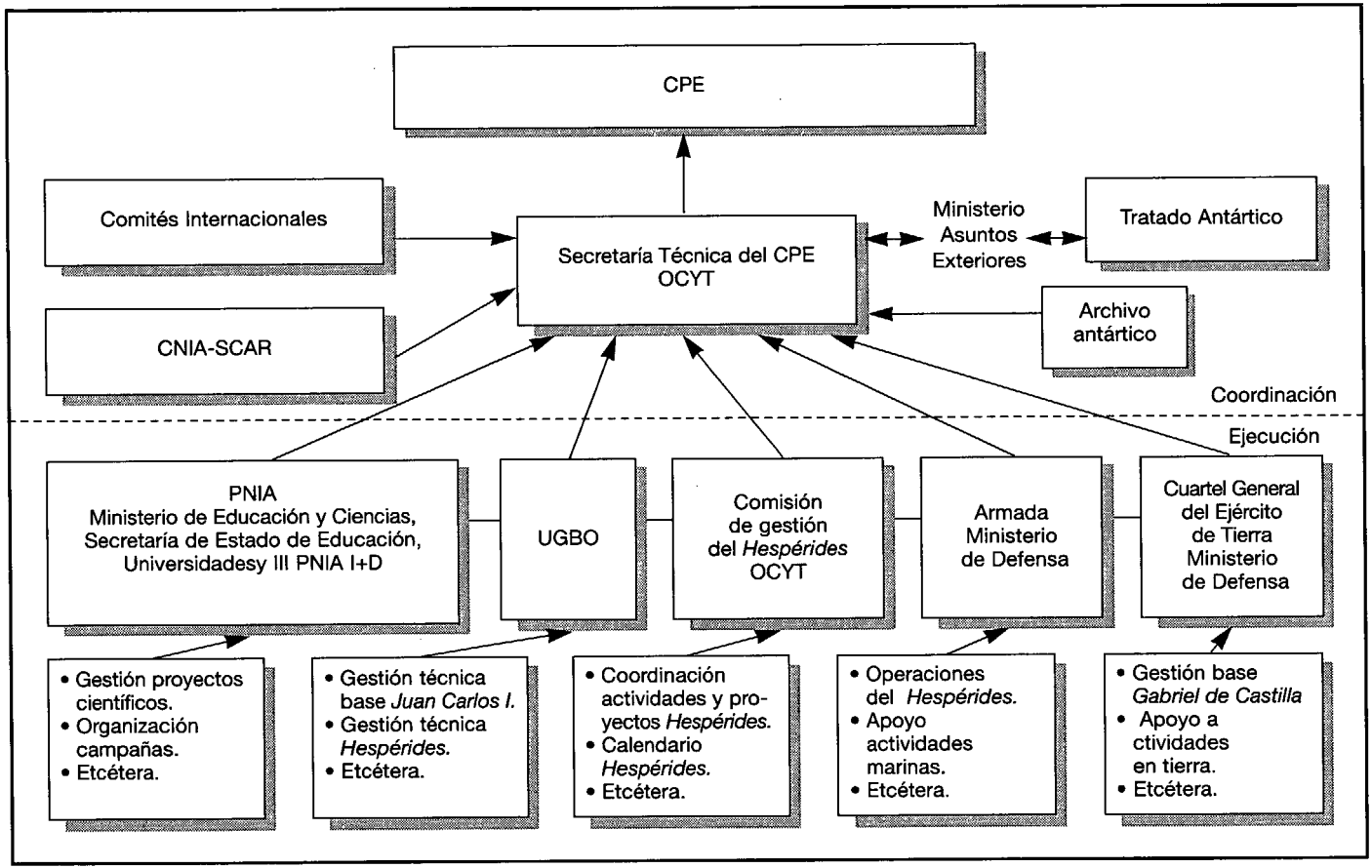


Figura 9.– *Esquema simplificado de la organización antártica española, mostrando las instituciones implicadas en las labores de coordinación y de ejecución de las actividades.*

El Estado Mayor del Ejército de Tierra, a través de la División de Operaciones, se encarga de la gestión de la base *Gabriel de Castilla* y ha proporcionado diversos apoyos para operaciones logísticas en tierra. Por otra parte, una importante labor cartográfica ha sido desarrollada por el Servicio Geográfico del Ejército, lo que ha permitido contar con mapas topográficos que además de ser de gran utilidad como documentos básicos para las investigaciones científicas españolas, se cuentan entre los mejores mapas existentes de ciertos lugares de la Antártida.

La existencia de las instalaciones antárticas españolas y del PNIA dentro del Plan Nacional de I+D, ha conducido, en sólo 12 años y en un país con escasa tradición en la investigación polar, a que nuestra comunidad científica participe hoy activamente en los principales foros antárticos internacionales, y a que se estén realizando contribuciones científicas valiosas, habiéndose además adquirido una considerable experiencia, tanto en los aspectos científicos como en los relacionados con las operaciones logísticas antárticas.

Gracias al esfuerzo realizado por numerosas personas e instituciones, nuestro país tiene hoy una digna situación tanto en lo que se refiere a las actividades en la Antártida como a la presencia en los foros internacionales donde se discute y decide sobre el futuro de la Antártida. Sería deseable que en España se continúe consolidando y mejorando la adaptación de las actividades polares y de las estructuras que las soportan a los requerimientos que imponen la progresiva mejora de las investigaciones, los compromisos internacionales y la reciente entrada en vigor del Protocolo de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

FCO, 1997. *List of protected areas in Antarctica.* Foreing and Commonwealth Office. Londres.

Instituto Español de Oceanografía. *Resultados de la campaña «Antártida 8.611».* Publicaciones especiales del Instituto Español de Oceanografía, número 2. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1989.

LÓPEZ MARTÍNEZ, J.: «La frontera sur del planeta. España en los mares antárticos». En *Foro de debate sobre el mar y sus problemas,* T. 1, pp. 347-366. Sociedad Estatal Lisboa'98. Madrid, 1998.

LÓPEZ MARTÍNEZ, J. y DURÁN, J. J.: «La conservación del Patrimonio Natural y Geológico en la Antártida». *Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico,* pp. 79-82. Comisión de Patrimonio Geológico, Sociedad Geológica de España. Madrid, 1998.

ROCHA CAMPOS, A.: «Antarctic Science: the role of SCAR». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* número 93 (1-4), pp. 5-12. 1997.

NOTA: Para ampliar la información sobre la investigación española en la Antártida, se recomienda consultar la siguiente documentación:

- *Actas y resúmenes de los Simposios Nacionales de Estudios Antárticos.* Primero: Palma de Mallorca, 1985. Segundo: Madrid, 1987. Tercero: Gredos, Ávila, 1989. Cuarto: Puerto de la Cruz, Tenerife, 1991. Quinto: Barcelona, 1994 y Sexto: Miraflores de la Sierra, Madrid, 1996. Editados por la CICYT. Madrid.
- *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica y Sección Geológica,* T. 93, números 1-4. 1997. Edición monográfica dedicada a la investigación antártica.
- *Cartas hidrográficas de la Antártida.* Publicadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz.
- *Geología de la Antártida Occidental.* J. López Martínez (ed.). Simposios, T. 3. III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca, 1992.
- *Informes de las campañas antárticas.* Editados anualmente por la CICYT. Madrid, desde 1989.
- *Informes anuales al SCAR.* Editados anualmente por la CICYT. Madrid, desde 1989.
- *Investigación Española en la Antártida.* J. Castellví (ed.). Seminario de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. CICYT. Madrid, 1993.
- *Mapas topográficos de la Antártida.* Publicados por el Servicio Geográfico del Ejército. Madrid.

RELACIÓN DE LOS ACRÓNIMOS UTILIZADOS

ADDS: *Antarctic Data Directory System.*
AEON: *Antarctic Environmental Officers Network.*
ANTIME: *Antarctic Ice Margin Evolution.*
ANTEC: *Antarctic Tectonics.*
ASMA: *Antarctic Specially Managed Areas.*
BIO: Buque de Investigación Oceanográfica.
CCAMLR: *Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources.*
CCAS: *Convention for the Conservation of Antarctic Seals.*
CICYT: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.
CEMP: *CCAMLR Ecosystem Monitoring Programme.*
ICSU: Consejo Internacional de Uniones Científicas.
CNIA: Comité Nacional de Investigación Antártica.
COMNAP: *Council of Managers of National Antarctic Programmes.*
CPA: Comité para la Protección Medioambiental.
CPE: Comité Polar Español.
CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
EASIZ: *Ecology of Antarctic Sea Ice Zone.*
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.
EMG: Evaluación Medioambiental Global.
EPB-ESF: *European Polar Board-European Science Foundation.*
GLOCHANT: *Global Change and Antarctica.*
GOSEAC: *Group of Specialists on Environmental Affairs and Conservation.*
HSM: *Historic Sites and Monuments.*
I+D: Investigación y Desarrollo.
IEO: Instituto Español de Oceanografía.
IGBP: *International Geosphere-Biosphere Programme.*
INM: Instituto Nacional de Meteorología.
ISMASS: *Ice Sheet Mass Balance and Sea Leve.*
JCADM: *Joint Committee on Antarctic Data Management.*
MPA: *Multiple-use Planning Areas.*
OCYT: Oficina de Ciencia y Tecnología.
PAGES: *Past Global Changes.*
PICE: *Palaeoenvironments from Ice Cores.*
PNIA: Programa Nacional de Investigación en la Antártida.
RCTA: Reunión Consultiva del Tratado Antártico.
SCALOP: *Standing Committee on Antarctic Logistic and Operations.*
SPA: *Specially Protected Area.*
SCAR: *Scientific Committee on Antarctic Research.*
SRA: *Specially Reserved Areas.*
SSSI: *Site of Special Scientific Interest.*
TYCE: Taller y Centro de Construcciones Electrónicas.
UGBO: Unidad de Gestión de Buques Oceanográficos e Instalaciones Polares.
WCRP: *World Climate Research Programme.*
NASA: Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio.
ZAEA: Zonas Antárticas Especialmente Administradas.
ZAEP: Zonas Antárticas Especialmente Protegidas.

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 instala 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 determinada 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.

CAPÍTULO TERCERO

RECURSOS RENOVABLES ANTÁRTICOS

RECURSOS RENOVABLES ANTÁRTICOS

Por CARLOS PALOMO PEDRAZA

Introducción

Hace aproximadamente 50 millones de años, una porción del antiguo gran continente de Gondwana comenzó su deriva hacia el Sur, situándose hace 20 millones de años en las más altas latitudes alcanzadas por tierra alguna en el Planeta. Con el paso del tiempo se fueron desarrollando una serie de características ambientales que condujeron a un sistema biológico prácticamente cerrado y habitado por un gran número de especies endémicas.

El continente antártico está rodeado de un enorme, continuo y dinámico volumen de agua llamado océano Austral cuya superficie se estima en el 15% de la superficie total de los océanos del mundo. Este océano está constituido por varias cuencas profundas, las cuales están separadas por tres grandes cordilleras submarinas que se sitúan de la siguiente forma: la cordillera de las Kerguelen-Gaussberg, situada alrededor de los 80° E, la cordillera de Macquarie situada al sur de Nueva Zelanda y Tasmania y la cordillera del arco de Scotia que se manifiesta desde el sur de la Patagonia hasta las islas Shetland del Sur y península Antártica.

La forma redondeada del continente, el relieve submarino y fundamentalmente las condiciones atmosféricas, especialmente los vientos predominantes en el área, causados por las zonas anulares de altas y bajas presiones, determinan la existencia de dos principales corrientes circulares y opuestas alrededor del continente. Una interna que fluye de Este a Oeste

y otra externa que lo hace en el sentido contrario, es decir de Oeste a Este. La frontera entre ambas constituye la divergencia antártica, llamada así por producirse en ella un roce o fricción de estas dos masas de agua que da lugar a un fenómeno de afloramiento de aguas profundas a las que se encuentran asociadas las áreas más productivas del océano Austral.

El límite exterior del sistema se localiza sobre los 60° de latitud sur en la zona denominada frente polar o convergencia antártica, zona en la que se observa un hundimiento de las aguas frías superficiales al encontrarse con las aguas subantárticas de temperatura superior.

La convergencia antártica tiene además una marcada significación biológica ya que en muy poco espacio, la temperatura de las aguas desciende considerablemente, formándose así una barrera física que impide el paso a la mayor parte de los seres que viven en estos mares. En estos espacios, la vida está marcada por unas condiciones ambientales muy adversas y cambiantes. Las temperaturas de estas aguas se encuentran siempre en valores próximos o inferiores a los 0°, siendo la radiación solar a lo largo del año muy variable, tanto en intensidad como en duración, lo que hace que también la cubierta de hielo sufra grandes variaciones estacionales en su extensión. Como consecuencia de estas particulares circunstancias, el ecosistema evolucionó desarrollando una serie de especies bien adaptadas al propio medio, caracterizándose finalmente por una pequeña diversidad de individuos con altísimo nivel de especialización.

En el océano Austral, se pueden distinguir tres zonas de importancia ecológica: la zona sin hielo situada entre la convergencia antártica y el límite norte del campo de hielo en invierno; la zona intermedia del campo de hielo estacional, situada entre los límites septentrionales del campo de hielo en invierno-primavera y en verano-otoño y la zona de hielo permanente o zona de alta latitud adyacente al continental.

La zona más productiva de las tres es la del campo de hielo estacional donde predomina el krill, *Euphasia superba*, organismo planctónico que constituye la dieta básica de numerosos cetáceos, focas, peces y aves.

La cadena alimentaria antártica, utilizando un modelo simple de exposición, podemos decir que comienza con las diminutas plantas unicelulares que constituyen el fitoplancton entre las que dominan las diatomeas, las cuales, cuando aparecen en grandes cantidades, dan al agua un color castaño. Su principal característica es un esqueleto silíceo frecuentemente muy ornamentado. En estos mares se producen fuertes fluctuaciones en la densidad de las poblaciones, de lo cual depende la productivi-

dad del momento, siendo por lo general bajas de junio a agosto y altas en el mes de noviembre. Llama la atención el que en la composición del fitoplancton antártico no aparezcan casi dinoflagelados, dejando a las diatomeas con su clorofila la labor de realizar el trabajo equivalente al de las plantas en tierra, es decir, generar materia orgánica a partir de los compuestos minerales disueltos en el agua del mar, utilizando en esta tarea fotosintética la energía suministrada por el Sol.

El escalón siguiente en la cadena lo estructura el zooplancton en el que las formas que habitan la capa más superficial configuran un número escaso de especies, pero sus individuos son muy numerosos y cuyo constituyente más importante es el krill, nombre que proviene del noruego y cuyo significado literal es de pequeño alimento de peces y el cual está constituido fundamentalmente por pequeños crustáceos parecidos a nuestras gambas, entre los que destaca la especie *Euphasia superba.*

La abundancia del krill ha sido estimada alrededor de 600 millones de toneladas, lo que la convierte en la especie más abundante del Planeta.

Al final de la cadena alimentaria nos encontramos con los peces, las aves y los mamíferos. La ictiofauna antártica se caracteriza por su baja diversidad y su gran adaptación al medio, de las 20.000 especies que viven en los océanos de la tierra, sólo unas 200 han podido ser encontradas en estas aguas.

Los peces antárticos llaman la atención por su alto grado de adaptación a las condiciones ambientales, llegando algunos de ellos a producir moléculas anticongelantes que hacen que sus líquidos vitales no se congelen en las bajas temperaturas o el caso de los llamados peces hielo transparentes por carencia de hemoglobina en sangre.

Estas condiciones extremas, en las que viven, hacen que la mayoría de los peces antárticos se caractericen por presentar un crecimiento muy lento y una fecundidad muy baja, alcanzando la madurez sexual a una edad tardía, características que desafortunadamente les hacen poco adecuados para una explotación comercial sostenida.

Recursos vivos

Evolución histórica

Hace unos 200 años, en el siglo XVIII, se inició la explotación de los recursos del océano Austral, comenzando por la caza del lobo fino, llegando

casi al exterminio de sus poblaciones residentes en las islas subantárticas del Atlántico. Al principio del siglo XIX comenzó la caza del elefante marino y de la ballena blanca, no siendo casual la elección de esta ballena debido a que era la única que no se hundía al morir y por tanto se recuperaban todas las cazadas, hasta que a finales de ese siglo se inventó el cañón para lanzar arpones, introduciéndose también la técnica de insuflar aire en el cuerpo de la ballena capturada. Con esta nueva tecnología se entra en el siglo XX ampliándose las actividades con la caza del rorcual aliblanco y cachalotes, consiguiéndose una continúa expansión de estas actividades que al apoyarse en la aparición del buque factoría, llevaron al borde de la extinción a varias especies de ballenas. En el año 1946 se firmó la Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena (ICRW) en la que se establecía la Comisión Ballenera Internacional (IWC), órgano responsable de la reglamentación de la caza de las ballenas.

En el año 1979 la IWC estableció el santuario ballenero del océano Índico, que comprende dicho océano en su totalidad incluidas las aguas septentrionales del sector índico del océano Austral hasta los 55° S.

En el año 1982 la IWC declaró una moratoria en la caza comercial de ballenas, entrando en vigor en la temporada 1986-1987, desde entonces y hasta la fecha se han capturado anualmente alrededor de 400 rorcuales aliblancos por barcos japoneses que operan bajo una licencia de investigación científica otorgada unilateralmente por el Gobierno de Japón. En el 1994 la IWC declaró al sur de los 60° el santuario ballenero del océano Austral, prohibiéndose dentro del mismo la caza comercial de ballenas y cualquier actividad en tierra o en el mar relacionadas con dicha caza, a esta prohibición que será revisada en el año 2004, se opuso Japón, por lo que no se considera sujeto a la decisión de la IWC.

La moratoria general en la caza comercial de ballenas será sometida a una revisión una vez que la IWC finalice una evaluación exhaustiva que está realizando actualmente con respecto a los *stocks* de ballenas del océano Austral y los efectos que dicha moratoria ha tenido en los mismos. La captura total de ballenas en la Antártida, desde comienzos del siglo XX hasta la entrada en vigor de la moratoria, se estima en 1,5 millones de animales.

En cuanto a la caza del lobo fino, el nivel máximo de captura se dio en la temporada 1820-1821 cuando se llegaron a obtener 250.000 pieles, el año 1825 la mayoría de las poblaciones de lobos finos antárticos y subantárticos se encontraban al borde de la extinción.

Desde principio del siglo, esta especie no ha sido objeto de explotación comercial habiendo tenido una recuperación espectacular, dándose el caso de que la población actual se estima en más de dos millones de individuos, número posiblemente superior al que existía antes de comenzar su explotación.

Cuando la abundancia del lobo fino disminuyó drásticamente, los cazadores se dedicaron a la captura del elefante marino y otro tipo de focas, cambiando el objetivo de sus pieles por el de la extracción del aceite.

La desaparición de posibilidades comerciales para la explotación peletera de las focas, propició las condiciones que permitieron la negociación de la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCAS) que, entrando en vigor en el 1978, protege todo el océano Austral desde la latitud 60° S, de la caza de los lobos finos, elefantes marinos y focas en la zona del mar de Ross.

En la década de los años sesenta se iniciaron las actividades pesqueras en la Antártida alrededor de Georgia del Sur y de las islas Kerguelen, extendiendo la pesquería hacia el sur. Estos caladeros resultaron muy productivos y rentables hasta que en principios de los ochenta las capturas empezaron a disminuir velozmente. Hasta mediados de los ochenta la pesquería se realizó sólo con redes de arrastre, siendo objetivo las especies: la nototenia jaspeada (*Notothenia rossii*), el draco rayado (*Champsocephalus gunnari*), la trama gris (*Notothenia squamifrons*), la trama patagónica (*Notothenia guntheri*), la linternilla subantártica (*Electrona carlsbergi*) y el draco espinudo (*Chaenodraco wilsoni*).

Fue en estas mismas zonas, cuando a mediados de los años ochenta comienzan a declinar las pesquerías de arrastre, donde se comienza la pesca del bacalao/róbalo de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) utilizando el arte del palangre; debido al valor que tiene en el mercado el bacalao de profundidad, la pesquería se ha extendido a las zonas del Índico y Pacífico del océano Austral donde también se realiza una importante actividad pesquera no reglamentada.

En el año 1982 se crea la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA-CCAMLR), la cual a fines de la década, prohibió la pesca de la mayoría de las especies, quedando en la actualidad el bacalao de profundidad, el draco rayado, el calamar y el krill como las únicas pesquerías viables.

Hasta el año 1990 la pesca comercial en la Antártida fue llevada a cabo fundamentalmente por las flotas pesqueras de los países del bloque socialista, siendo la antigua Unión Soviética quien más pescó, acercándose al 90% de todas las capturas; a partir de ese año las flotas de Francia, Chile, Argentina, Ucrania, Suráfrica, Australia y otras, entran en juego siendo una parte significativa de la actividad reglamentada.

Se estima en 200 millones de toneladas anuales de krill el consumo que en el pasado realizaban las ballenas, quedando reducido en la actualidad a no más de 50 millones. También se estima el consumo en 130 millones de toneladas anuales para las aves y 150 millones para las focas. Su explotación comercial comenzó en el año 1972 en el sector atlántico alcanzando capturas superiores a las 500.000 toneladas en el año 1981. Después del 1991 la flota rusa deja de pescar y Chile también con lo que la captura anual de krill baja hasta las 90.000 toneladas anuales en que se encuentra actualmente.

La ordenación y utilización de los recursos vivos marinos antárticos

En el año 1977, durante la reunión consultiva del Tratado Antártico celebrada en Londres, se trató de la enorme importancia que el krill tenía en el equilibrio y mantenimiento del ecosistema marino antártico, siendo además un factor fundamental en la recuperación de otras poblaciones, especialmente las de cetáceos. Al mismo tiempo empezaron a manifestarse en ese foro, serias inquietudes sobre la ordenación y utilización sostenible de los recursos vivos marinos antárticos. Al año siguiente comenzaron las negociaciones para la creación de la CCRVMA-CCAMLR que se firmó en 1980 en Canberra entrando en vigor en 1982.

La convención afecta a todos los recursos vivos marinos excepto a las focas que quedan reguladas por la CCAS y los cetáceos en general que quedan bajo la influencia de la CRW. Su área de aplicación por el Norte queda limitada por la posición media de la zona del frente polar antártico, es decir que se ajusta a los límites naturales del océano Antártico, diferenciándose en esto del Tratado Antártico y otras convenciones que utilizan como frontera de sus competencias el paralelo 60° S. Esta área se divide en tres sectores naturales, el Atlántico, el Índico y el Pacífico, los cuales a su vez con fines estadísticos lo harán en otra serie de subdivisiones. No obstante se debe hacer notar la diferencia entre área de trabajo, que como hemos indicado llega hasta el frente polar antártico y zona de jurisdicción, es decir donde tiene autoridad para promulgar medidas de conservación obligatorias para sus miembros, la cual queda circunscrita a

la frontera del paralelo 60° S, al Norte del cual varios Estados defienden derechos de soberanía sobre islas subantárticas y la zona económica exclusiva generada.

Posiblemente la seña de identidad de CCRVMA con las demás convenciones pesqueras multilaterales es que no se limita a regular las actividades pesqueras de la zona, sino que introduce además el concepto de protección y conservación del ecosistema, considerando el océano Austral como una serie de sistemas interconectados.

> «En la actualidad la CCRVMA está constituida por 23 miembros y su sede es Hobart (Tasmania); su artículo II establece que:
>
> El objetivo de la presente convención es la conservación de los recursos vivos marinos de la Antártida.
>
> A los efectos de la presente convención, el término "conservación" incluye la utilización racional.
>
> Toda actividad pesquera y demás actividades relacionadas con la pesca en la zona de aplicación de la presente convención deberá realizarse de acuerdo con las disposiciones en ella contempladas y con los siguientes principios de conservación.
>
> La prevención de la disminución del tamaño de la población de cualquier especie explotada, a niveles inferiores a aquellos que aseguren un reclutamiento estable. Con tal fin no deberá permitirse que la población disminuya por debajo de un nivel cercano a aquél que asegure el mayor incremento anual neto.»

El mantenimiento de las relaciones ecológicas entre poblaciones explotadas, dependientes y afines de recursos vivos marinos antárticos, y recuperación de poblaciones que han disminuido por debajo de los niveles definidos en el apartado anterior.

Prevención de cambios o minimización de los riesgos de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos o tres decenios, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento existente acerca de las repercusiones directas e indirectas de la explotación, el efecto de la introducción de especies exóticas, los efectos de actividades conexas sobre el ecosistema marino y los efectos de los cambios ambientales, a fin de permitir la conservación sostenida de los recursos vivos marinos antárticos.

La convención establece además la formación de una comisión, encargada de elaborar las medidas de conservación que pudieren resultar necesarias, y de un comité científico, encargado de proveer el asesoramiento técnico que sea necesario. El problema se complica en función de las distintas interpretaciones que los países miembros ofrecen para el artículo precedente y las consiguientes y generalmente contrapuestas, estrategias de conservación.

En el marco de la convención antes mencionada se han propuesto varias metodologías para ser aplicadas en el manejo de los recursos antárticos, quedando establecido el principio de que el manejo debe tener como objetivo la conservación del ecosistema en forma total y no de las especies o poblaciones aisladas.

Desde el punto de vista técnico, la función de la comisión se ve limitada a la adopción de medidas de conservación, anualmente y por consenso. Las medidas que puede tomar han sido establecidas en el artículo 9. Éstas se limitan a cantidades, métodos de captura, periodos abiertos y cerrados, etc.

En este contexto la interpretación de los objetivos fijados por el artículo 2 se ha visto afectada por los objetivos dispares de los países pesqueros y no pesqueros que han tenido su expresión más clara en las discusiones sobre krill, a pesar de mantenerse en un plano teórico porque las capturas de krill nunca llegaron a valores significativos.

La CCRVMA es tal vez el cuerpo internacional de administración de pesquerías donde la incertidumbre, asociada a la toma de decisiones en este campo, se ha hecho más evidente. La correcta apreciación de esta incertidumbre, surge del conocimiento sobre los métodos utilizados en la evaluación del volumen de los recursos, de las capturas permisibles y para predecir los efectos que su aplicación tendrá sobre el complejo sistema bioeconómico desarrollado sobre los recursos antárticos.

Sin embargo, la CCRVMA ha introducido, en su poco más de década y media de funcionamiento una serie de conceptos sumamente importantes, entre los que podemos mencionar:

— Regulaciones para el desarrollo de nuevas pesquerías.
— Control de la explotación a través de los efectos de la misma sobre predadores de la especie explotada.
— Regulaciones sobre capturas accidentales.
— Administración precautoria en ausencia de información científica.

La obligación de toma de datos de interés por la flota comercial, generalmente a través de la presencia de observadores científicos:

— Sistema de Observación Científica Internacional.
— Sistema de Inspección Internacional.
— Reglamentación de la pesca exploratoria que incluye la revisión internacional de los planes para llevarla a cabo. Si bien esta convención no asegura con certeza la conservación del ecosistema antártico, está desarrollando un enfoque de precaución, que permite contar con el conocimiento anticipado de la existencia de problemas de conservación en su área de aplicación, con la base para atender a la toma de decisiones sobre mitigación y control.

Sucinta descripción de las pesquerías activas actualmente en el océano Austral

BACALAO-RÓBALO DE PROFUNDIDAD (*DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*)

Su distribución es amplia, desde los taludes continentales de Chile, Argentina, Suráfrica y Nueva Zelanda, hasta las islas y bancos de las aguas subantárticas a profundidades de 2.500 metros. Se alimenta de otros peces, calamares y crustáceos, llegando a alcanzar tamaños de casi dos metros y medio y 140 kilogramos de peso, con edades estimadas entre 40 y 50 años; su captura se hace con palangres y arrastres de fondo, su carne es apreciada por lo que, a pesar de las medidas de conservación impuestas por la CCRVMA, la pesca no reglamentada excede en cinco veces a la legal; se explota desde 1976.

KRILL (*EUPHASIA SUPERBA*)

Su distribución es circumpolar al sur del frente polar antártico con especiales concentraciones en el arco de Scotia y en zonas del océano Índico, cercanas al continente y a profundidades de 0 a 100 metros; su tamaño máximo es de seis centímetros, pudiendo vivir hasta seis años.

Su explotación comenzó en el año 1972, con un máximo en el 1981, después se estabilizó en 400.000 toneladas hasta que al principio de los noventa quedaron en las aproximadamente 100.000 toneladas que siguen hasta la fecha.

DRACO RAYADO (*CHAMPSOCEPHALUS GUNNARI*)

Este pez se le encuentra a lo largo del arco de Scotia, isla de Ouvet y Kerguelen-Heard en aguas costeras poco profundas entre 100 y 300 metros,

su tamaño es de 65 centímetros y sus edades máximas se sitúan entre seis y doce años. Su alimento básico es el krill. Fue uno de los objetivos principales de la pesca de arrastre durante 20 años. En la última temporada Chile y Australia lo pescaron en las zonas del Atlántico Suroeste y oeste del océano Índico, respectivamente.

CALAMAR-POTA (*MARTIALIA HYADESI*)

Su distribución es circumpolar relacionada con la zona del frente polar antártico con particular abundancia en el sector suroeste atlántico y en las islas Kerguelen y Macquarie.

Con un tamaño de 0,5 metros, la especie vive unos dos años. Es un componente importante de la dieta del bacalao de profundidad. Se explota en la plataforma patagónica al noroeste de las islas Malvinas y actualmente se realiza una pesquería exploratoria en Georgia del Sur.

Panorámica actual

En la temporada 1997-1998 las actividades pesqueras realizadas en el área de la Convención de la CCRVMA, estuvieron enfocadas a la explotación del bacalao (róbalo) de profundidad, draco rayado, krill y calamar.

La captura total de peces declarada fue de 11.419 toneladas, de las cuales 11.168 toneladas fueron de bacalao (róbalo) de profundidad capturado por Chile, Suráfrica, Reino Unido, Francia, Ucrania, Australia y Nueva Zelanda.

La captura notificada de krill fue de 80.802 toneladas, equivalente a la captura de la temporada anterior que fue de 82.508 toneladas, las cuales en su totalidad fueron realizadas en el Atlántico Sur por Japón, Polonia, República de Corea y Reino Unido.

En la XVII Reunión de la Convención también se aprobaron para la temporada 1998-1999 la realización de pesquerías nuevas, exploratorias del bacalao (róbalo) de profundidad, solicitadas por Australia, Francia, Nueva Zelanda, Suráfrica, España y Uruguay.

Desafortunadamente, tal y como viene sucediendo en anteriores reuniones de la CCRVMA, uno de los temas más importantes tratados en la reunión del 1998, fue la pesca ilegal no declarada y no reglamentada del bacalao (róbalo) de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en el área de la convención.

El total de la captura furtiva de bacalao (róbalo) de profundidad extraída en la temporada 1997-1998 en la zona, se estimó en 22.415 toneladas, que comparadas con las 11.168 controladas, suponen más del doble de las capturas legales declaradas.

Una estimación del valor de este producto ilegal en primera venta, se calcula entre 25.000 a 30.000 mil millones de pesetas, lo que explicaría el que un problema a nivel mundial como es el de la pesca ilegal, que se está incrementando alarmantemente y que está siendo objeto de estudio y debate en todos los foros internacionales de pesca, haya llegado a la Antártida de forma tan manifiesta.

Durante la temporada 1997-1998 fueron avistados en el área de la convención 45 barcos de pesca no controlada, de los cuales a sólo cuatro se les pudo identificar el pabellón, resultando ser de Belice, islas Faroe, Seychelles y Vanuatu, y que junto con los pabellones de islas Mauricio y Namibia son los que normalmente utilizan los barcos que realizan la pesca no declarada ni reglamentada en el área.

Considerando las circunstancias tan especiales que concurren en esta pesquería, donde los individuos para adaptarse a sus extremas condiciones ambientales llevan una vida sedentaria, con un gigantismo que llega a los 240 centímetros y peso de 140 kilogramos con una maduración sexual alcanzada a los nueve años y con edades máximas de 40 o 50 años, es por lo que la convención tiene serias razones para pensar que si no se controla urgentemente la pesca furtiva, el futuro de esta pesquería quedará destruido en muy pocos años, sin capacidad previsible de recuperación.

Consecuentemente en la última reunión de la convención en 1998 se aprobaron las siguientes medidas de conservación complementarias con las ya existentes:

— Sistema para promover el cumplimiento de las medidas de conservación de la CCRVMA por parte de barcos de partes no contratantes (Medida de Conservación 118-XVII).
— Obligaciones de las partes contratantes con respecto a las licencias y a la inspección de los barcos de su pabellón que operan en el área de la convención (Medida de Conservación 119-XVII).
— Marcado de barcos pesqueros y artes de pesca (Medida de Conservación 146-XVII).
— Cooperación entre las partes contratantes para asegurar el cumplimiento de las medidas de conservación de la CCRVMA por parte de sus barcos (Medida de Conservación 147-XVII).

— Sistemas de Seguimiento por Satélite de Barcos (VMS) (Medida de Conservación 148-XVII).

También la Convención en esta XVII Reunión alentó a sus miembros a ratificar y promover la entrada en vigor de instrumentos internacionales tales como el Acuerdo sobre Poblaciones de Peces Transzonales y Altamente Migratorios (UNIA), el Código de Conducta de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y dentro del citado código, el acuerdo para promover el cumplimiento de las medidas de conservación por barcos que pescan en alta mar.

Por su parte Nueva Zelanda, poseída de un gran espíritu combativo y de maneras inusuales en esta convención y en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA), levantó la bandera del proteccionismo, desatando una agresiva campaña contra la pesca no reglamentada del bacalao (róbalo) de profundidad, efectuada por sociedades que utilizan barcos de pabellón de conveniencia, pero que pertenecen a países miembros de la CCRVMA y entre los que identifica a Noruega, España, Argentina, Chile, etc.

Dentro de su cruzada proteccionista en la que algunos países empiezan a ver la oreja de los intereses comerciales de este antártico país, promovió una «Reunión Ministerial en el Hielo» que se celebró en la base *Scott* en la última semana del mes de enero de este año y a la que asistieron altos representantes de los países consultivos del Tratado Antártico con algunas ausencias, entre ellas España.

El tema estrella y principal motivo para la organización de la «Reunión Ministerial en el Hielo» fue la pesca ilegal del *toothfish* patagónico (bacalao-róbalo de profundidad), fundamentalmente en la zona del mar de Ross, adyacente al territorio que Nueva Zelanda reclama como propio, la cual anunció que próximamente comenzaría a patrullar la región utilizando su Marina y Fuerza Aérea para localizar a los barcos que realizaran pesca ilegal.

Otros países de gran tradición e intereses en la Antártida, recomendaron el que no se adoptasen medidas que pudieran aparecer como actos militares de afirmación de soberanía. Cuatro meses después en la XXIII RCTA celebrada en Lima (Perú), Nueva Zelanda volvía a la carga sobre el tema proponiendo entre otras cosas el eliminar las lagunas jurídicas mediante la extensión de la jurisdicción nacional. Afortunadamente y por consenso se trasladó el tema a la reunión de la CCRVMA celebrada en octubre de este año.

En todo momento de la cruzada por el *toothfish* patagónico (bacalao-róbalo de profundidad) Nueva Zelanda recibió fuertes muestras de apoyo por parte de Australia, Canadá y Reino Unido, siendo este último país el que a través de su ministro participante, manifestó que muchos de los barcos de pesca que actúan ilegalmente en la zona trabajaban para naciones pertenecientes al Tratado, como Noruega y España pero operan bajo banderas de conveniencia y que se había confirmado que Noruega había empezado a tomar medidas contra los barcos piratas pero no así España quien no habría mandado ningún representante a la «Reunión Ministerial en el Hielo».

En cuanto a la postura canadiense se manifestó por su ministro de Pesca y Océanos anunciando la formación de redes estratégicas de ministros y acordó apoyar a Nueva Zelanda en el planteamiento de estos temas en los foros internacionales donde ese país no se encuentra directamente involucrado y Canadá puede transformarse en portavoz de varios temas de interés mutuo.

El ministro australiano asistente, manifestó que el *toothfish* patagónico (bacalao-róbalo de profundidad) podría estar comercialmente extinguido en dos o tres años y que la mejor manera de entorpecer la pesca ilegal era hacer difícil la venta de las presas obtenidas por este procedimiento. La existencia de controles efectivos en el mercado quitaría gran parte del atractivo de la pesca ilegal.

Por su parte el representante de Estados Unidos manifestó que el problema de la pesca furtiva en la zona debería solucionarse a través de la CCRVMA.

La postura española con respecto a la pesca ilegal es y ha sido siempre de total rechazo, siendo un país activo en la elaboración y adopción de medidas directas en la lucha contra esta clase de pesca, como no podía ser menos en un país de tan larga tradición y fuertes intereses en el sector, lo que hace que los procedimientos propuestos para conseguir el mismo fin no sean los mismos que los de países jóvenes y sin experiencia en estas lides con propensión a tirar por la calle del medio y proponer la toma de decisiones jurídica y políticamente de difícil viabilidad.

El problema de la pesca ilegal, no es una preocupación exclusiva del CCRVMA sino un fenómeno a nivel mundial que se ha incrementado alarmantemente en los últimos años y que está siendo objeto de estudio y debate en todos los foros internacionales de pesca, muy especialmente

de las actividades que se realizan en las áreas de regulación de las organizaciones regionales de ordenación pesquera, ya que dicha pesca, en contravención de las normas adoptadas por las citadas organizaciones, realizan una competencia desleal contra los miembros que sí cumplen las medidas acordadas.

España ha tenido una destacada participación en la elaboración del Código de Conducta de la FAO así como del único instrumento jurídico obligatorio que hasta ahora se ha adoptado en el marco de la aplicación del mencionado Código de Conducta, el denominado acuerdo para promover el cumplimiento de las medidas de conservación por barcos que pescan en alta mar. Este acuerdo constituye el principal instrumento para luchar contra la competencia desleal de las banderas de conveniencia y curiosamente todavía no está en vigor por no haber sido ratificado por el número mínimo de 24 Estados como es preceptivo, habiéndolo sido hasta la fecha por la Unión Europea y 11 países más entre los cuales desafortunadamente no se encuentran Nueva Zelanda, Australia ni Canadá.

España apoyó fuertemente durante la XVI Reunión de la CCRVMA la adopción del «sistema para promover el cumplimiento de las medidas de conservación de la CCRVMA por parte de los barcos de partes no contratantes».

Todos los buques españoles que han operado en la zona, lo han hecho cumpliendo con toda la normativa generada por la comisión y la de la Comunidad Europea, que en algunos casos es más estricta que la propia de la CCRMVA. Los barcos españoles que han faenado en la zona fueron muy escasos, sólo dos palangreros de fondo en 1997, los cuales dirigieron su actividad al bacalao-róbalo de profundidad y a una campaña de investigación sobre el mismo pez, dirigida por el Instituto Español de Oceanografía en áreas donde no existía información pesquera. En el año 1998 no hubo actividad pesquera española en la zona.

Es importante resaltar que España avalada entre otras por la Convención del Derecho del Mar (UNCLOS) que ha entrado en vigor recientemente, defiende el principio de Derecho Internacional de Jurisdicción exclusiva del Estado de pabellón sobre los buques que navegan en alta mar y considera que si bien un Estado puede aplicar medidas sancionadoras contra sus ciudadanos si estos incumplen las medidas de conservación dictadas por una organización regional de pesca, si su ordenamiento interno se lo permite, son las medidas aplicadas contra el Estado de pabellón y las medidas de carácter comercial las que se muestran más eficaces contra la pesca ilegal.

Recursos turísticos

Evolución histórica

Es muy difícil explicarse la diseminación planetaria de los humanos desde un lugar perdido en África, sin introducir entre sus motivaciones el afán y gusto por viajar y conocer otros parajes, otras tierras y las mil formas que la naturaleza tiene para presentar sus realidades, esta tendencia, gusto o llamada hace buenas migas con otros grandes motores del comportamiento, el instinto de supervivencia y el afán de mejora, todos ellos beneficiados por un aumento del conocimiento y ampliación de oportunidades. El turismo y sobre todo el actualmente llamado de aventura es la manifestación actual de aquellos primeros movimientos migratorios de gentes en los albores de la humanidad, a las invasiones de la Edad Antigua o a la época de las exploraciones y los descubrimientos de la modernidad.

Pues bien en la actualidad, el continente más frío, ventoso, inhóspito e inaccesible del Planeta se ha constituido en la última frontera de la Tierra, mas allá solamente le sigue el espacio exterior y hacia él un grupo de gentes, cada vez más grande y numeroso, dirige sus esfuerzos e ilusiones, entusiasmado con la posibilidad de compartir por unos días y al precio que sea la magnificencia impresionante de una naturaleza que no contó en su creación con la manifestación de la vida. Ese espacio terrible al que James Cook en el siglo XVIII consideró que a su juicio el mundo nunca sacaría ningún beneficio.

La primera referencia por la que se tienen noticias de una actividad turística organizada a la Antártida, aparecen en el 1910 en el periódico *The Press de Christchurch* (Nueva Zelanda), en donde la agencia Thomas Cook and Sons anunciaba su intención de fletar un barco para realizar un crucero turístico por el estrecho de Mc Murdo e islas subantárticas neocelandesas durante el año próximo y con una duración de 50 días. Por causas que se desconocen y que parece ser no fueron la ausencia de público, el crucero no llegó a realizarse.

La realización de un crucero turístico a la Antártida tuvo que esperar casi medio siglo; fue en 1958 cuando Argentina, con el barco *Les Eclaireurs*, organizó y transportó 194 turistas. Por la importancia de ser el primer viaje que abrió caminos, aportó experiencias y descubrió posibilidades, vamos a describir brevemente el periplo.

El barco zarpó de Ushuaia en la madrugada del 16 de enero de 1958, esperando frente a la isla Picton las condiciones favorables para cruzar el

incómodo y temido pasaje Drake, el cual en esa ocasión se mostró tranquilo y confortable, lo cual permitió una navegación rápida en demanda de isla Decepción que era el final de la primera etapa y donde fondeó dentro de su cráter el día 18, frente al destacamento argentino existente en él y fundado en 1948, donde celebraron un almuerzo al aire libre con los 14 integrantes de la base, aprovechándose al final para la instalación de una placa recordatoria de la visita del primer grupo turístico.

Se salió de Decepción en busca de la isla Media Luna en la bahía Luna de la isla Livingston, donde estaba instalado el destacamento naval *Teniente Cámara* y donde se estaban haciendo estudios sobre las algas junto con personal del Instituto Oceanográfico de La Jolla de la Universidad de California. De allí se pasó a la caleta Porter visitando el refugio *Naval Jubany* y visitando la gran colonia de elefantes marinos próxima, que por las fechas estaba en época de apareamiento. Posteriormente se navegó hacia el continente y a través del estrecho de Gerlache se llegó a bahía Paraíso lugar de instalación del destacamento naval *Almirante Brawn* desde el cual se llegó al destacamento naval *Melchior*, siendo éste el último contacto del viaje en esas tierras, partiendo el día 21 de enero rumbo a Ushuaia a donde arribó felizmente el día 24 preparándose acto seguido para el segundo viaje que con los mismos objetivos comenzó el 31 de enero de 1958 regresando el 11 de febrero. Este primer viaje podemos decir que constituyó un hecho altamente significativo para el turismo internacional y que fue tenido en cuenta e imitado por otros muchos países.

Los viajes se incrementaron por diferentes compañías de diferentes Estados a partir de la temporada 1972-1973, alcanzando un pico en la de 1974-1975 con los cinco cruceros realizados por el buque *Regina Prima* con 474 plazas en cada viaje y el realizado por el cabo San Roque de la empresa Ybarra con capacidad para trasladar hasta 800 pasajeros.

Los lugares de la Antártida seleccionados para visitar, son aquellos de accesibilidad más segura, como sucede en el archipiélago de las Shetland del Sur, las estaciones de la zona occidental de la península Antártica y frente al mar de Ross, también se están visitando con asiduidad la bahía Commonwealth, el glaciar Mertz y la base *Dumont d'Urville* junto con los polos magnético y geográfico.

Los cruceros que parten de Suramérica incluyen normalmente en sus itinerarios las islas Malvinas y la isla de San Pedro de las Georgias del Sur, así como los que salen de Tasmania o Nueva Zelanda, incluyen en los suyos las islas subantárticas como Macquarie, Campbell, Auckland, etc.

Los puertos más utilizados para las salidas o llegadas de los viajes antárticos son: en Suramérica los de Buenos Aires, Ushuaia, punta Arenas y puerto Willians y en Oceanía los de Hobart, Lyttelton, Bluff o Wellington, habiendo en ocasiones empezado o finalizado alguno en Ciudad del Cabo.

El turismo aéreo tuvo y tiene dos modalidades, con aterrizaje y sin él y aunque significativo, nunca tuvo la importancia ni el volumen que el marítimo.

El primer sobrevuelo antártico con objetivos turísticos lo realizó un avión de la compañía Lan Chile, el 22 de diciembre de 1956; pocos meses después un avión de la Pan American World Airways aterrizó en Willians Field frente al estrecho de Mc Murdo pero, aunque fue el primer aterrizaje en la Antártida de un avión comercial, su objetivo no fue turístico, habiendo que esperar 11 años a que el 22 de noviembre de 1968 en el mismo paraje tomara tierra el primer vuelo turístico procedente de Christ Church (Nueva Zelanda), figura 1, p. 94.

Poco a poco se fueron realizando más y más vuelos con intereses militares o científicos, pero no fue hasta el año 1977 cuando las compañías aéreas Quantas Australiana y Air New Zealand realizaron 16 sobrevuelos, continuando los años posteriores con mayor o menor número de ellos, hasta el 28 de noviembre de 1979 cuando ocurrió el tremendo accidente al chocar un DC-10 de la compañía neozelandesa, contra el monte Erebus, perdiéndose 257 vidas; a partir de entonces se paró la actividad en esa zona.

El primer vuelo con aterrizaje en la Antártida desde Suramérica, se llevó a cabo desde punta Arenas el 21 de diciembre de 1968 con una *Piper Azteca B* que aterrizó en la isla de Amberes y regresando a punta Arenas el 15 de enero de 1969, pero aunque este vuelo de aventuras o deportivo está considerado como turístico, el primer avión contratado para transportar un grupo de turistas fue un C-130H de las Fuerzas Aéreas argentinas que el 20 y 21 de marzo de 1980 transportó en cada vuelo 40 pasajeros desde río Gallego a la base de Marambio y regreso.

Con la disponibilidad de una pista de aterrizaje y la hosteria «Estrella Polar» en la base chilena *Teniente Marsh-Frei* de la isla Rey Jorge se normalizaron este tipo de vuelos con aviones C-130H de las Fuerzas Armadas chilenas, llegando a transportar 200 turistas en 1984 y 206 en 1986, todos ellos con aterrizaje y estancia. Por esas fechas fue creada la empresa Antartic Airways que después de una serie de tanteos crea un campamento base en Patriot Hills, cercano a cadena Heritage, servido por

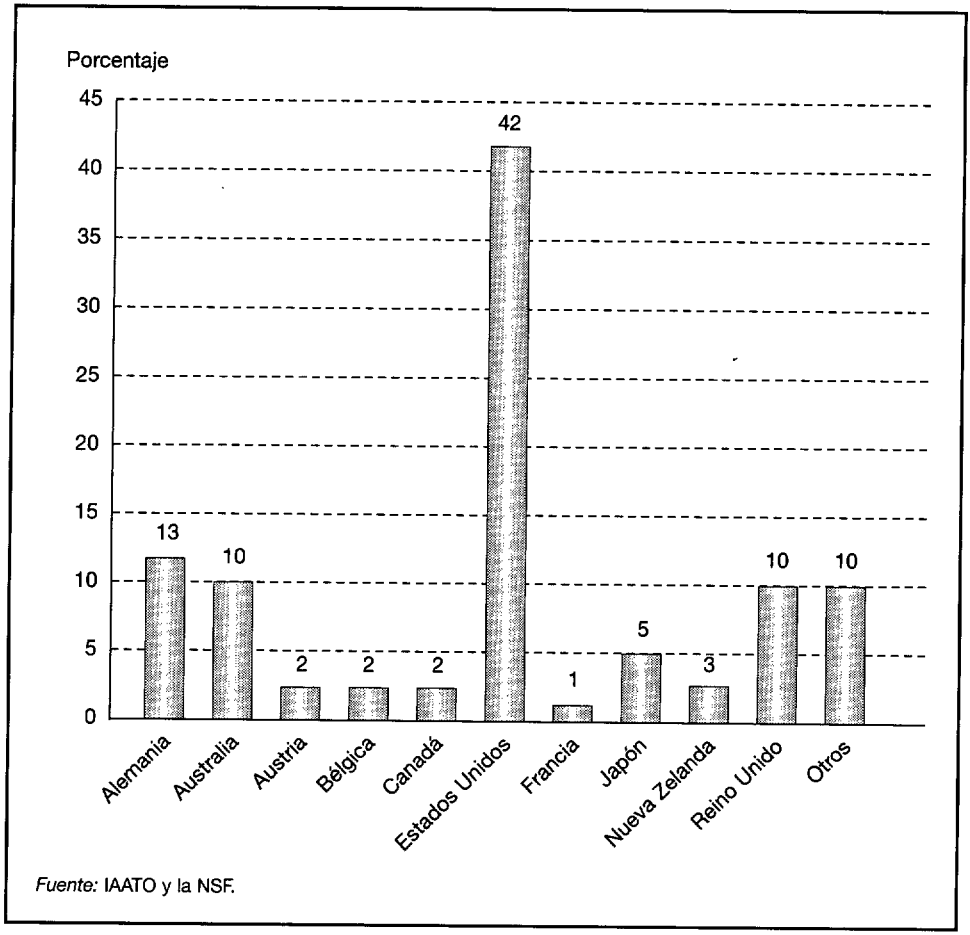


Figura 1.– *Informe nacional de turismo, años 1997-1998.*

un cuatrimotor *Douglas* DC-4 y dos DHL-6 *Twin Otter* para el traslado de grupos turísticos con propósitos de alcanzar la cumbre del monte Vinson o llegar al polo sur geográfico, naciendo así la primera aerolínea comercial antártica.

Con el tiempo, los vuelos turísticos partieron casi exclusivamente de Suramérica, siendo los principales operadores Adventure Network International, Antarctic Airways y algunas compañías chilenas como Sernatur, apoyadas por las Fuerzas Aéreas chilenas. Se calcula en 15.000 los turistas que hasta la temporada 1990-1991 sobrevolaron o aterrizaron en la Antártida.

Se conoce un tipo de turismo que no se le puede catalogar como aéreo o marítimo, aunque se sirve de esos procedimientos para llegar a la Antártida, pero siendo sus objetivos el realizar algún tipo de excursión por tierra encaminada a conseguir el ascenso a una cumbre, realizar una travesía hasta alcanzar el polo sur geográfico o cruzar el continente. La primera de este tipo de excursiones tuvo como meta el escalar el pico más alto de la Antártida, el macizo Vinson de 4.897 metros de altura, llevándose a cabo en la temporada 1966-1967 financiada por la National Geographic Society y consiguiéndose el objetivo el 17 de diciembre de 1966; también en los días siguientes el mismo grupo ascendió a los montes Shinn, Gardner y Tyree.

Varias expediciones llegaron por tierra al polo sur geográfico, la primera en atravesar el continente pasando por el polo fue la expedición transantártica de la Commonwealth en la temporada 1957-1958. Esta expedición primera y otras que vinieron después, realmente no fueron turísticas pues estaban sufragadas por los gobiernos e incluían tareas científicas, pudiendo en consecuencia decir que la primera expedición privada que atravesó la Antártida pasando por el polo, salió el 29 de octubre de 1980 desde el pico Ryvingen y terminaron el 11 de enero de 1981 en la base *Scott.*

A partir de la temporada 1987-1988 la empresa canadiense Adventure Network International instala un campamento base en el lugar llamado Patriot Hills situado a más de 100 millas del macizo Vinson incrementándose el turismo de forma espectacular; sólo en el verano 1992-1993 fueron 48 las personas que escalaron el monte Vinson. Hasta la fecha decenas de expediciones terrestres han sido llevadas a cabo.

El Tratado Antártico considera al turismo de forma amplia, incluyendo en él toda expedición no gubernamental sin fines científicos, por lo que los viajes realizados por embarcaciones menores tales como veleros y yates privados son considerados turísticos; para este tipo de embarcaciones la travesía hasta la Antártida siempre se ha considerado una meta soñada y una prueba de valor y profesionalidad para los hombres y de aptitud técnica para el barco, por lo que decenas de estos viajes se realizan cada año.

Panorama actual

En el mes de agosto del año 1991 fue creada la IAATO *(International Association of Antartic Tour Operators)*, fundada por siete miembros y que en

la actualidad está constituida por 30 entre miembros de pleno derecho y compañías asociadas de los siguientes países: Estados Unidos, Argentina, Australia, Bélgica, Canadá, Chile, Alemania, Reino Unido, Japón, Países Bajos y Nueva Zelanda.

IAATO se dedica a coordinar y facilitar de forma apropiada la seguridad y protección ambiental de los viajes privados a la Antártida y viene siendo el interlocutor válido del sector turístico mundial con el Tratado Antártico, a cuyas reuniones asiste con regularidad, siendo parte activa, aunque sin voto en todas las deliberaciones sobre dicho tema.

Los principales retos con los que se encuentra actualmente el turismo antártico son fundamentalmente de dos tipos, los de protección ambiental y el de los costes económicos, con el peligro de intentar solucionar los últimos a costa de incrementar los primeros.

Ya en la IV RCTA en el año 1966 empezó a considerarse el tema, siendo en la VIII RCTA cuando en su recomendación novena, se reconoce expresamente el desarrollo del turismo y la necesidad de crear áreas de especial interés turístico, cuadro 1.

En 1991 las partes consultivas del Tratado Antártico adoptaron en Madrid el Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente Antártico, el cual designa a la Antártida como reserva natural.

El Protocolo sobre el Medio Ambiente se refiere tanto a las actividades turísticas y no gubernamentales como a las actividades gubernamentales en la zona de los 60° S hacia el polo. Tiene por finalidad asegurar que

Cuadro 1.– *Análisis comparativo del turismo antártico de Ushuaia con total mundial.*

Años	Pasajeros mundiales	Pasajeros Ushuaia Totales	Pasajeros Ushuaia Porcentaje sobre mundiales
1991-1992	6.317	2.230	35
1992-1993	6.458	4.116	64
1993-1994	7.957	4.689	59
1994-1995	8.274	7.325	89
1995-1996	9.212	8.322	90
1996-1997	7.150	6.389	90
1997-1998	9.378	8.560	91
1998-1999	9.907	9.192	93

Fuente: NSF, IAATO y Oficina Antártica del Instituto Fueguino de Turismo.

aquellas actividades no originen impactos negativos sobre el medio ambiente antártico o sobre sus valores científicos o estéticos. Con ese propósito se elaboró en la XVIII RCTA de Kioto de 1994 la recomendación primera, la cual propuso la elaboración de una guía para los visitantes a la Antártida, con el propósito de asegurar que todos los visitantes estuvieran enterados y así poder cumplir con la normativa del Tratado y del Protocolo.

Guía para los visitantes a la Antártida

La XVIII RCTA de Kioto de 1994 en su recomendación primera solicita de los Gobiernos que:

1. Distribuyan ampliamente y tan pronto sea posible *la Guía para visitantes a la Antártida*, y la guía para aquellos que organicen y conduzcan actividades turísticas y no gubernamentales en la Antártida, anexas a esta recomendación.
2. Instar a aquellos que tienen la intención de visitar u organizar y dirigir las actividades turísticas y no gubernamentales en la Antártida a comportarse de acuerdo con la *Guía* adjunta conforme a las disposiciones en consonancia con su legislación nacional pertinente.

Esta *Guía para los visitantes a la Antártida* se elaboró con el propósito de asegurar que todos los visitantes estén enterados y puedan cumplir con el Tratado y el Protocolo. Los visitantes están sujetos, de todas maneras, a las leyes nacionales y reglamentos que son pertinentes a las actividades en la Antártida.

PROTEGER LA FAUNA ANTÁRTICA

Se prohíbe sacar o afectar de manera perjudicial la fauna antártica, salvo con un permiso otorgado por una autoridad nacional:

1. No utilizar aviones, naves, botes u otros medios de transporte de manera que perturbe la fauna en tierra o en el mar.
2. No dar de comer, tocar, manejar, acercarse o sacar fotografías a las aves o focas de manera que les haga modificar su comportamiento. Se requiere cuidado especial durante la época de reproducción o muda de los animales.
3. No dañar las plantas, por ejemplo, al caminar, al conducir un vehículo, o al aterrizar en capas de musgo o vertientes de conos de desmoronamiento cubierto por líquenes.
4. No utilizar armas ni explosivos. Mantener el ruido al mínimo para evitar espantar a la fauna.

5. No introducir plantas ni animales no nativos a la Antártida (por ejemplo aves de corral vivas, perros y gatos domésticos, plantas domésticas).

RESPETAR LAS ZONAS PROTEGIDAS

Varias zonas en la Antártida reciben protección especial en razón de sus valores particulares, incluyendo entre otros sus valores ecológico, científico e histórico. La entrada a ciertas zonas podrá ser prohibida, salvo de acuerdo con un permiso otorgado por una autoridad nacional competente. Las actividades dentro y cerca de los sitios y monumentos históricos y de otras ciertas zonas pueden estar sujetas a limitaciones especiales:

1. Estar informado de la ubicación de las zonas que reciben protección especial y de otras limitaciones relativas a la entrada a las zonas y las actividades que pueden llevarse a cabo dentro y cerca de ellas.
2. Cumplir con las limitaciones aplicables.
3. No dañar, quitar, destruir los sitios y monumentos históricos o cualquier artefacto asociado con ellos, figura 2.

RESPETAR LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

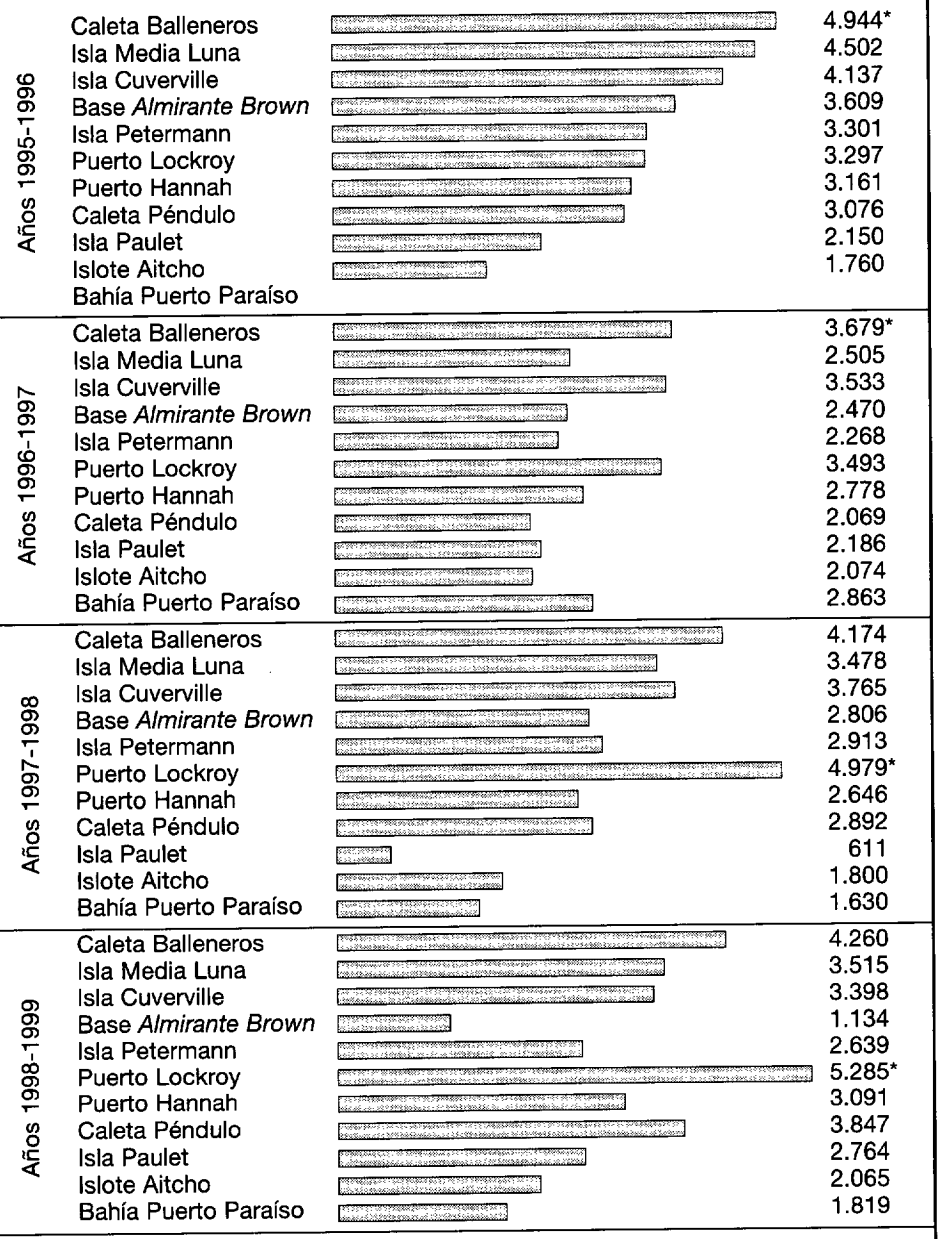
No estorbar las investigaciones científicas, instalaciones o equipos:

1. Obtener la autorización apropiada antes de visitar las instalaciones científicas antárticas y de apoyo logístico, reconfirmar sus planes 24 a 72 horas antes de llegar; y cumplir estrictamente con las normas relativas a tales visitas.
2. No interferir con o remover los equipos científicos o los postes de marcación; tampoco interferir con los sitios de investigación experimental, campamentos o provisiones.

TOMAR PRECAUCIONES

Estar preparado para un clima adverso variable. Asegurarse que su equipo y ropa cumplen con las normas antárticas. Se debe recordar que el medio ambiente de la Antártida es inhóspito, imprevisible y potencialmente peligroso:

1. Conozca el límite de sus capacidades, los peligros que representa el medio ambiente antártico, y compórtese de acuerdo con esta información. Al planificar sus actividades, siempre tenga en cuenta la seguridad.
2. Mantener una distancia segura de toda fauna que esté en la tierra o en el mar.



* Indica el sitio más visitado para cada temporada

Fuente: Oficina Antártica del Instituto Fueguino de Turismo.

Figura 2.– *Sitios más visitados durante las últimas cuatro temporadas.*

3. Tomar nota, y comportarse de acuerdo con los consejos e instrucciones de sus guías, no alejarse de su grupo.
4. No caminar sobre los glaciares, ni sobre los grandes campos cubiertos de nieve sin tener los equipos y experiencia apropiados; existe el peligro real de caer dentro de grietas ocultas.
5. No espere contar con un servicio de rescate; se aumenta la autosuficiencia y se reducen los riesgos mediante la planificación razonable, los equipos de buena calidad y personal capacitado.
6. No entre en los refugios para emergencias (salvo en un caso de necesidad). Si utiliza los equipos o comida que se encuentran en un refugio, notifique a la estación más cercana de ello al pasar la emergencia.
7. Cumpla con cualquier restricción sobre no fumar, en particular alrededor de los edificios, y tome todas las precauciones para evitar el peligro del fuego. Esto constituye un peligro real en el seco medio ambiente de la Antártida.

MANTENER LA ANTÁRTIDA LIMPIA

La Antártida continúa en una condición relativamente limpia, y todavía no ha sufrido las perturbaciones en gran escala causadas por los seres humanos. Es la zona despoblada más grande de la Tierra. Por favor, manténgala así:

1. No tire papeles ni arroje basura o residuos en la superficie. Se prohíbe toda incineración al aire libre.
2. No interferir ni contaminar lagos y cursos de agua. Cualquier material a desechar a bordo de un buque debe eliminarse de manera apropiada.
3. No grabar nombres ni pintar sobre rocas ni edificios.
4. No deberán recogerse ni llevarse como recuerdo muestra biológicas ni geológicas, ni artefactos artificiales, incluyendo rocas, huesos, huevos, fósiles, y partes o contenido de los edificios.
5. No desfigurar ni destrozar los edificios ocupados, abandonados, o no ocupados, ni los refugios para emergencias.

Guía para aquellos que organicen y conduzcan actividades turísticas y no gubernamentales en la Antártida

La Antártida es la zona despoblada más grande de la Tierra no afectada por actividades en gran escala realizadas por los seres humanos. De conformidad con su condición, este medio ambiente único y prístino recibe protección especial. Adicionalmente, el área se encuentra lejos física-

mente de otros lugares, es inhóspita, imprevisible y potencialmente peligrosa. Por lo tanto al planificar y dirigir todas las actividades en la zona del Tratado Antártico debe siempre tenerse en cuenta la seguridad y la protección del medio ambiente.

Las actividades que se realizan en la Antártida están sujetas al Tratado Antártico de 1959 y sus instrumentos jurídicos asociados, conocidos como el sistema del Tratado Antártico. Los instrumentos mencionados incluyen la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (la CCFA de 1972), la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (la CCRVMA de 1980) y las recomendaciones y otras medidas adoptadas por las partes consultivas del Tratado Antártico conforme al Tratado Antártico.

En 1991 las partes consultivas del Tratado Antártico aprobaron el Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente. Este Protocolo establece los principios ambientales, los procedimientos y las obligaciones para la protección en su conjunto del medio ambiente tanto de la Antártida, como de sus ecosistemas dependientes y asociados. Las partes consultivas convinieron en que, antes de la entrada en vigor del Protocolo, se aplicaran las disposiciones del mismo cuando fuera conveniente, en la medida de lo posible y conforme a sus sistemas legales.

El Protocolo sobre el Medio Ambiente designa la Antártida como una reserva natural dedicada a la paz y a la ciencia, y se aplica tanto a las actividades gubernamentales como a las no gubernamentales realizadas en la zona del Tratado Antártico. El Protocolo tiene el propósito de asegurar que las actividades humanas, inclusive el turismo, no produzcan impactos adversos en el medio ambiente antártico ni en sus valores científico y estético.

El Protocolo afirma de manera categórica que todas las actividades deben planificarse y dirigirse sobre la base de información suficiente que permite la evaluación de su impacto eventual en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas asociados, y en el valor de la Antártida para las investigaciones científicas. Los organizadores deben ser conscientes que el Protocolo sobre el Medio Ambiente requiere que:

> «Las actividades serán modificadas, suspendidas o canceladas si resultan o pudiesen resultar en impactos sobre el medio ambiente antártico o en sus ecosistemas dependientes o asociados.»

Los organizadores y operadores de actividades turísticas y no gubernamentales deben cumplir en su totalidad con los reglamentos y leyes

nacionales que implementan el sistema del Tratado Antártico, además de las regulaciones y leyes nacionales que implementan los acuerdos internacionales sobre la protección, contaminación y seguridad del medio ambiente relacionados con la zona del Tratado Antártico. Deben cumplir también con los requisitos que imponen a los organizadores y operadores el Protocolo sobre la Protección del Medio Ambiente y sus anexos, aún cuando no han sido implementados en las legislaciones nacionales.

OBLIGACIONES CLAVES PARA LOS ORGANIZADORES Y OPERADORES

1. Facilitar la notificación previa e informes sobre las actividades a las autoridades competentes de la parte o partes pertinentes.
2. Realizar una evaluación de los impactos potenciales sobre el medio ambiente de las actividades proyectadas.
3. Proveer una respuesta eficaz a las emergencias ambientales, especialmente con respecto a la contaminación marina.
4. Asegurar la autosuficiencia y seguridad de las operaciones.
5. Respetar las investigaciones científicas y el medio ambiente antártico, incluyendo las restricciones relativas a las áreas protegidas, y la protección de la fauna y flora.
6. Impedir la eliminación y emisión de desechos prohibidos, cuadro 2.

PROCEDIMIENTOS A SEGUIR POR LOS ORGANIZADORES Y OPERADORES

Al planificar una excursión a la Antártida los organizadores y operadores deben:

1. Notificar a las autoridades nacionales competentes de la parte o partes apropiadas, de los detalles de sus actividades proyectadas con suficiente antelación para permitir a las partes cumplir con sus obligaciones de intercambio de información de conformidad con el artículo VII del Tratado Antártico. La información a facilitarse se encuentra detallada en el Anexo, p. 107.
2. Realizar una evaluación ambiental en conformidad con los procedimientos que pudieran haber sido establecidos en la legislación nacional para que entre en vigor el Anexo I del Protocolo, incluyendo, en su caso, la forma de vigilar los impactos eventuales.
3. Obtener oportunamente el permiso de las autoridades nacionales responsables de cualquier estación a la cual proponen visitar.
4. Entregar información para contribuir a la elaboración de planes de respuesta a cualquier contingencia de conformidad con el artículo 15 del Protocolo; planes para el manejo de desechos de conformidad con el

Cuadro 2.- *Datos de las operaciones realizadas en el Antártico.*

Naves	Operador/fletador	Capacidad de pasajeros	Probables viajes	Descarga estimada	Probables pasajeros
Land based programs	Adventure Network Int'l				200
Explorer	Explorer Shipping 1	96	10	75	750
Kapitan Khlebnikov	Quark Expeditions 2	114	3	110	330
Kapitan Dranitsyn	Quark Expeditions	110	3	100	300
Kapitan Dranitsyn	Aurora Expeditions	110	1	100	100
Professor Multanovsky	Aurora Expeditions	48	10	45	450
Akademik S. Vavilov	Quark Expeditions	80	10	75	750
Professor Multanovsky	Quark Expeditions 3	48	9	45	405
Akademik Shokalskiy	Heritage Expeditions	38	2	38	76
Clipper Adventurer	Clipper Cruise Line	120	8	110	880
Clipper Adventurer	Zegrahm Expeditions	120	1	115	115
World Discoverer	Society Expeditions 4	138	7	120	840
Bremen	Hapag-Lloyd	164	7	140	980
Hanseatic	Hapag-Lloyd	180	7	150	1.050
Caledonian Star	Special Expeditions	110	5	95	475
Akademik Ioffe	Marine Expeditions	115	9	100	900
Akademik Shuleykin	Mt. Travel-Sobek	48	4	40	160
Akademik Shuleykin	Marine Expeditions	48	4	40	160
Lyubov Orlova	Marine Expeditions	120	8	100	800
Akademik Boris Petrov	Peregrine Expeditions 5	52	9	40	360
S/Y Pelagic	Pelagic Expeditions	6	2	6	12
Marco Polo	Orient Lines 6	800	5	465	2.325
Aegean I	World Cruise Company 7	630	2	450	900
Ocean Explorer I	World Cruise Company 8	850	2	550-250	800
Yachts (16)	Various 9	–	20	9	180
TOTALES			*148*		*14.298*

Anexo III del Protocolo; y planes de contingencia para la contaminación marina de conformidad con el Anexo IV del Protocolo.

5. Asegurar que los guías de las expediciones y viajeros conozcan la ubicación y regímenes especiales aplicables a las zonas especialmente protegidas y sitios de especial interés científico (y al entrar en vigor el Protocolo, las áreas antárticas especialmente protegidas y áreas antárticas de administración especial) y de los sitios y monumentos históricos y, en particular, de los planes de administración pertinentes.

6. Obtener un permiso, cuando la legislación nacional lo requiera, de la autoridad nacional competente de la parte o partes pertinentes, si existe alguna razón para entrar en tales áreas, o en un sitio de vigilancia (sitio CEMP) designado de conformidad con la CCRVMA.
7. Asegurar que las actividades sean completamente autosuficientes y no requieran de ayuda de las partes, a menos que convinieran en tales planes con antelación.
8. Asegurar que su personal sea calificado y experimentado, contando con un número suficiente de guías.
9. Disponer el uso de equipos, vehículos, naves y aviones apropiados para las operaciones antárticas.
10. Conocer exhaustivamente los procedimientos aplicables a las comunicaciones, navegación, control del tráfico aéreo y las emergencias.
11. Obtener los mejores mapas y cartas hidrográficas disponibles, teniendo en cuenta que muchas áreas no han sido inspeccionadas en forma completa o precisa.
12. Tener presente el tema de los seguros (sujeta a los requisitos de la legislación nacional).
13. Diseñar y llevar a cabo varios programas informativos y educativos con el fin de asegurar que todos los empleados y visitantes tengan conciencia de las disposiciones pertinentes del sistema del Tratado Antártico.
14. Facilitar a los visitantes una copia de la *Guía* para los visitantes a la Antártida.

Durante su permanencia en la zona del Tratado Antártico los organizadores y operadores deben:

1. Cumplir con todos los requisitos del sistema del Tratado Antártico, y las leyes nacionales pertinentes, y asegurarse que los visitantes estén informados de los requisitos que les conciernen.
2. Reconfirmar sus planes en cuanto a visitas a las estaciones 24 a 72 horas antes de llegar y asegurar que los visitantes conozcan todas las condiciones o restricciones establecidas por la estación.
3. Asegurar que para supervisar a los visitantes se cuenten con el número suficiente de guías capacitados y experimentados de manera adecuada para las condiciones de la Antártida y con conocimientos necesarios sobre los requisitos del sistema del Tratado Antártico.
4. Vigilar los impactos ambientales de sus actividades, si correspondiera, y notificar a las autoridades nacionales competentes de la parte

o partes, de todos los impactos adversos o acumulativos que resulten de una actividad pero que no hayan sido previstos en la evaluación de los impactos sobre el medio ambiente.

5. Operar los buques, yates, botes, aviones aerodeslizadores, y todos los otros medios de transporte de manera segura y de conformidad con los procedimientos apropiados, inclusive los establecidos en el *Manual de información sobre vuelos antárticos*.
6. Eliminar los materiales desechables de acuerdo con los Anexos III y IV del Protocolo. En estos anexos se prohíbe, entre otras cosas, la eliminación de plásticos, aceite y sustancias nocivas en la zona del Tratado Antártico; controlar la descarga de aguas servidas y desechos de comestibles; y exigir que la mayoría de los desechos sean removidos del área.
7. Cooperar plenamente con los observadores nombrados por las partes consultivas para realizar las inspecciones de las estaciones, barcos, aviones y equipos conforme al artículo VII del Tratado Antártico, y con los que serán nombrados conforme al artículo 14 del Protocolo sobre el Medio Ambiente.
8. Cooperar con los programas de vigilancia emprendidos conforme al artículo 3.2*d)* del Protocolo.
9. Mantener un registro completo y detallado de las actividades realizadas.

Finalizar sus actividades dentro de los tres meses de finalizar su actividad, los organizadores y operadores deben presentar un informe sobre la realización de la misma a la autoridad nacional competente de acuerdo con las leyes nacionales y sus procedimientos, cuadro 3, p. 106.

Los informes deben incluir el nombre, datos y estado de matrícula de cada nave o avión utilizada y el nombre de su capitán o comandante; el itinerario real; el número de visitantes participantes en la actividad; los lugares, fechas, propósitos de los desembarcos y el número de visitantes que desembarcaron en cada ocasión; cualquier observación meteorológica realizada, incluyendo aquellas que forman parte del Esquema Voluntario de Buques de Observación Meteorológica Mundial (OMM); cualquier cambio significativo en las actividades y sus impactos que difieran de los previstos antes de emprender la visita; y las medidas tomadas en caso de emergencia.

Información y documentos del sistema del Tratado Antártico por conducto de sus puntos nacionales de contacto, la mayoría de las partes del Tra-

tado Antártico pueden facilitar copias de las disposiciones pertinentes del sistema del Tratado Antártico, además de información acerca de las leyes y procedimientos nacionales, incluyendo:

— El Tratado Antártico (1959).
— Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (1972).
— Convención para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos (1980).
— Protocolo del Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente (1991).

Cuadro 3.– *Estimación del turismo en la Antártica, años 1999-2000.*

Naves	Operador/fletador	Total de viajes	Total de pasajeros
Land based expeditions	Adventure Network International		79
Explorer	Abercrombie & Kent/Explorer Shipping	10	743
Hanseatic	Hapag Lloyd	5	762
Bremen	Hapag Lloyd	5	569
Kapitan Khlebnikov	Aurora Expeditions	1	79
Kapitan Khlebnikov	Quark Expeditions 2	2	152
Professor Molchanov	Aurora Expeditions	9	449
Professor Mochanov	Quark Expeditions	1	39
Professor Multanovsky	Quark Expeditions	7	340
Akademik Vavilov	Quark Expeditions 3	8	634
Clipper Adventurer	Quark Expeditions	3	288
Clipper Adventurer	Zegrahm Expeditions	1	107
Clipper Adventurer	Clipper Cruise Line	3	290
Akademik Shokalsky	Heritage Expeditions	2	85
World Discoverer	Society Expeditions	6	730
Caledonian Star	Special Expeditions	5	436
Akademik Ioffe	Marine Expeditions	9	689
Akademik Shuleykin	Marine Expeditions	4	190
Akademik Shuleykin	Mountain Travel Sobek	5	222
Disko	Marine Expeditions	12	912
S/Y Pelagic	Pelagic Expeditions	1	6
Marco Polo	Orient Lines 4	4	2.177
Australes Croisieres yachs	Australes Croisieres 5	6	27
Other yachts (actual)	Other yachts	7	57
TOTALES		*116*	*10.026*

— Recomendaciones y otras medidas adoptadas conforme al Tratado Antártico.
— Informes finales de las reuniones consultivas.
— *Manual del sistema del Tratado Antártico* (en español, edición de 1991).

Anexo

Información que deben proporcionar como notificación previa: los organizadores deben proveer la siguiente información a las autoridades nacionales pertinentes según el formato requerido:

1. Nombre, nacionalidad e información detallada necesaria para ponerse en contacto con el organizador.
2. Cuando sea pertinente, nombre registrado y matrícula nacional y tipo de cualquier nave o avión a ser utilizado (incluso el nombre del capitán o comandante, señal de llamada, frecuencia de radio, número de INMARSAT).
3. Itinerario proyectado incluyendo la fecha de partida y los lugares a ser visitados en la zona del Tratado Antártico.
4. Actividades a ser emprendidas y sus propósitos.
5. Número y calificaciones de la tripulación, guías acompañantes y personal de la expedición.
6. Número estimado de visitantes a ser transportados.
7. Capacidad de transporte de la nave.
8. Uso proyectado de la nave.
9. Uso proyectado y tipo de avión.
10. Número y tipo de otras naves, a ser utilizados en la zona del Tratado Antártico, incluyendo los barcos pequeños.
11. Información con respecto a la cobertura de seguros.
12. Detalles de los equipos a ser utilizados, incluyendo los destinados a la seguridad, y los planes para asegurar la autosuficiencia.
13. Y otros asuntos requeridos por las leyes nacionales.

El turismo como cualquier actividad del mercado abierto, se mueve por circunstancias y condicionantes, lo único invariable es que la Antártida está ahí y merece la pena conocerla, pero la Antártida es muy grande, entonces nos preguntaremos ¿a qué parte de ella debemos dirigirnos?; la respuesta no tiene dudas la parte más bonita y variada es la península Antártica y sus alrededores. Por otro lado sabemos que la distancia encarece los viajes y que los antárticos son caros y necesitan turistas de alto poder económico, los cuales se encuentran en Europa y Estados Unidos y ¿cuál es la parte de la Antártida más cercana a los productores de turistas?, otra vez la penín-

sula Antártica, en consecuencia no es sorprendente el que más del 95% del turismo mundial hacia la Antártida, salga del Cono Sur de América.

Por otro lado, la exigencia del mercado es bajar los precios al consumidor para triunfar sobre los competidores y la forma que aparece como inminente son los cruceros a gran escala. Hasta hace poco tiempo los barcos de turismo antártico transportaban de 100 a 200 personas; lo que se avecina para la temporada 1999-2000 de la mano de tres grandes operadores es lo siguiente: la World Company de Canadá usará el *Ocean Explorer* con capacidad para 850 personas, la Marine Expeditions Inc también de Canadá utilizará el *Aegean* de 630 pasajeros y la Hollan American Line Westours Inc de Estados Unidos usará el *MS Rotterdam* con capacidad para 1.600 personas. La gran magnitud de estas operaciones puede acarrear un mayor riesgo ambiental que en los casos de los pequeños barcos actualmente en uso ya que al margen de su capacidad de transportar pasajeros, estos navíos no siempre están preparados para este tipo de navegación, con lo que el riesgo de un impacto humano se incrementa en una zona como la península Antártica de gran valor ecológico, sin contar con la tragedia que significaría un abandono de buque de esas proporciones en esas circunstancias.

El Protocolo sobre la Protección del Medio Ambiente exige la planificación y ejecución de estas actividades con información suficiente para permitir una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), sin embargo, los operadores con base en Canadá, La World Cruise Company y Marine Expedition Inc, no se consideran sujetos a la regulación del Protocolo de Madrid porque dicen que Canadá no lo ha ratificado todavía y no tiene legislación nacional que requiera que los operadores canadienses hagan una EIA previa para actividades dentro del área del Tratado Antártico.

Que burla parece ahora el considerar la postura estricta y exigente mantenida por Canadá en el asunto del otro recurso, la pesca, exactamente con la pesquería del Patagonian *toothfish* patagónico (bacalao-róbalo de profundidad), cuando exigía a otros países entre ellos a España que actuara contra aquellas empresas que se presumía usaban banderas de conveniencia, para poder actuar de forma legal aunque no correcta y sin embargo, ahora en los intereses turísticos, este país se niega a exigir a sus empresas el cumplimiento del Protocolo, en cuanto a la planificación y EIA, amparándose en que todavía no ha ratificado dicho Protocolo, cuando es sabido que la Convención de Viena establece claramente que una vez que un país ha firmado un tratado, tiene la obligación legal de hacer cumplir sus disposiciones hasta que se complete su ratificación.

BIBLIOGRAFÍA

BALGUERÍAS, E.: *Un viaje a la Antártida,* pp. 171-185. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1990.

GUTIÉRREZ, R.: «El fenómeno de las banderas de conveniencia», revista *Mar* número 371, pp. 12-15. Abril, 1999.

HATHERTON, T.: *La Antártida.* Omega. Barcelona, 1972.

Informe CCRVMA en la XXIII RTCA, IP 64. Lima, 1999.

Informe sobre el Tránsito de Turismo Antártico a través de Ushuaia, 1998-1999, IP 109, XXIII RTCA. Lima, 1999.

Overview of Antartic Activities, XXIII RTCA, IP 98, IAATO. Lima, 1999.

PALAZZI, R. O.: «Antártida y archipiélagos subantárticos». *DNA* pp. 235-261. Buenos Aires, 1993.

PIERROU, E. J.: «La Armada argentina en la Antártida». *DNA* pp. 711-720. Buenos Aires, 1981.

PINOCHET DE LA BARRA, O.: *La Antártida y sus recursos.* Editorial Universitaria, pp. 355-368. Santiago de Chile, 1983.

Recomendación XVIII-I de la XVIII RTCA. Kioto, 1994.

CAPÍTULO CUARTO

LAS TÉCNICAS ESPACIALES EN LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL

LAS TÉCNICAS ESPACIALES EN LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL

Por MANUEL CATALÁN PÉREZ-URQUIOLA

El océano Austral. Los límites de la observación clásica

El término océano Austral se encuentra relacionado con la uniformidad de las características atmosféricas y oceanográficas observadas a finales del siglo XVIII, durante las primeras expediciones científicas buscando evidencias o el avistamiento del gran continente antártico.

Este océano, de gran amplitud, unido físicamente, sometido a fuertes vientos, temporales y temperaturas extremas ha mantenido, desde su descubrimiento, por su aislamiento y características singulares, un interés internacional generalizado.

En sus primeras fases, y como una extensión natural de las expediciones geográficas del siglo XVIII, el interés se centró en la exploración de esta región no cartografiada seguido, a comienzos del siglo XIX, de forma inmediata por las campañas de explotación comercial, que partiendo de Suramérica y Nueva Zelanda buscaban directamente la sobreexplotación de sus reservas vivas en focas, figura 1, p. 114.

Por sus características especiales y extensión geográfica y, siguiendo los desarrollos técnicos y científicos, a lo largo de este siglo ha ido aumentando el interés en el océano Austral como espacio oceánico singular donde se desarrollan corrientes zonales que circulan sin la interrupción de costas y ejercen una influencia considerable en el clima global. Sin em-

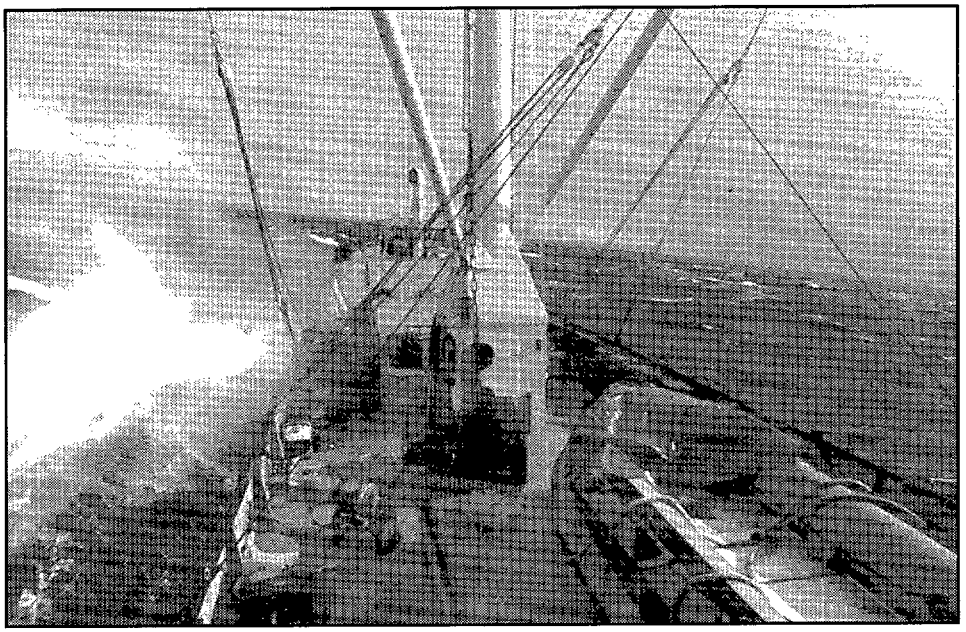


Figura 1.- *La cacería de ballenas empezó a comienzos del año 1800, cerca de Suramérica, extendiéndose lentamente hacia el Sur en la medida que los desarrollos tecnológicos lo fueron permitiendo, hasta alcanzar la cifra de 46.000 ballenas en el año 1930. La figura presenta el buque de la empresa chilena Empremar* Río Baker *navegando frente a la isla Decepción en el mes febrero de 1998. Este buque fue fletado por el Ministerio de Defensa español, y en él se desarrolló la campaña 1987-1988 en el océano Antártico.*

bargo, por su aislamiento y condiciones ambientales extremas este océano ha sido poco recorrido por buques científicos, lo que ha conducido a que se conozca poco sobre la interacción de su atmósfera con el océano, incluyendo el intercambio de calor y humedad en el océano circumpolar.

Si consideramos ahora la definición geográfica del océano Austral, como el conjunto de los mares que se extienden al sur de los 45° S, tendremos que cubre un cuarto de la superficie global del océano, representa el flujo principal de transporte entre el Atlántico, Pacífico e Índico encontrándose, sin embargo, y como ya se ha comentado, escasamente estudiado, con estaciones hidrográficas separadas frecuentemente más de 100 kilómetros, en perfiles alejados cientos de kilómetros con repetición temporal de años, que proporcionan una información suavizada y no sinóptica de la zona, en un área cruzada por frentes que separan masas de agua con fuertes contrastes de temperatura y densidad. (Olbers y otros, 1992), (Gordon, 1967), (Gordon, 1972), (Gordon, 1982), (Joyce y otros, 1977),

(Nowling y otros, 1982), (Nowling y otros, 1986), (Whitworth y otros, 1982), (Whitworth y otros, 1983), (Whitworth y otros, 1985), (Hoffman, 1985), (Patterson, 1985), (Wolff y otros, 1989).

El océano Austral, tal y como lo hemos definido, se extiende sin interrupción al sur del cabo de Buena Esperanza y se encuentra dividido en tres zonas, separadas y limitadas al norte por los tres continentes que se extienden a lo largo de las altitudes medias en el hemisferio sur.

Si se atiende a la dinámica dominante se puede distinguir, que el océano Antártico, esta cruzado por la Corriente del Límite Occidental (WBC) *Western Boundary Current* extendiéndose entre los 35° y 45° S, la Corriente Circumpolar (ACC) *Antartic Circumpolar Current*, entre 45° y 60° S, y la Zona Estacional de la Banquisa (SSI) *Seasonal Sea Ice* entre los 60° y 75° S.

En la zona del WBC se desarrollan las corrientes de Aghulas, Brasil-Malvinas y la corriente este de Australia. La zona de la ACC, está dominada por un flujo este y asociada a extensos fenómenos de mesoscala. La zona de la banquisa, SSI, es una zona caracterizada por ciclos anuales de expansión y recesión de los hielos, figura 2, p. 116.

En líneas generales podemos considerar que los factores estacionales afectan fundamentalmente al sistema oceánico austral, debido al calentamiento solar, interacción atmósfera-océano, precipitación y evaporación con frecuencias de repetición anuales y semianuales, que deben modelizarse para poder profundizar en el estudio de las variaciones estacionales de los parámetros físicos que interaccionan, sin olvidar los fenómenos asociados a la formación y ruptura de la banquisa, la fusión de los casquetes polares y su efecto directo en la variación del nivel del mar y el clima a nivel planetario.

Tras un esfuerzo de muchos años se han podido cartografiar mapas de circulación de detalle aplicables al océano Austral (Gordon y otros, 1982) contando, aproximadamente el 80% de la base de datos, con las observaciones efectuadas durante los 19 años de campañas del buque de la Armada americana *Eltanin*, un barco de transporte ártico convertido, en el año 1961, en buque oceanográfico por la National Science Foundation, que operó ininterrumpidamente hasta 1979.

Como resultado de estas primeras campañas de observación sistemática se sabe que la circulación media en el océano Austral consiste, fundamentalmente, en un flujo continuo Oeste-Este alrededor de la Antártida que oscila alrededor del eje medio de ACC variando, geográficamente,

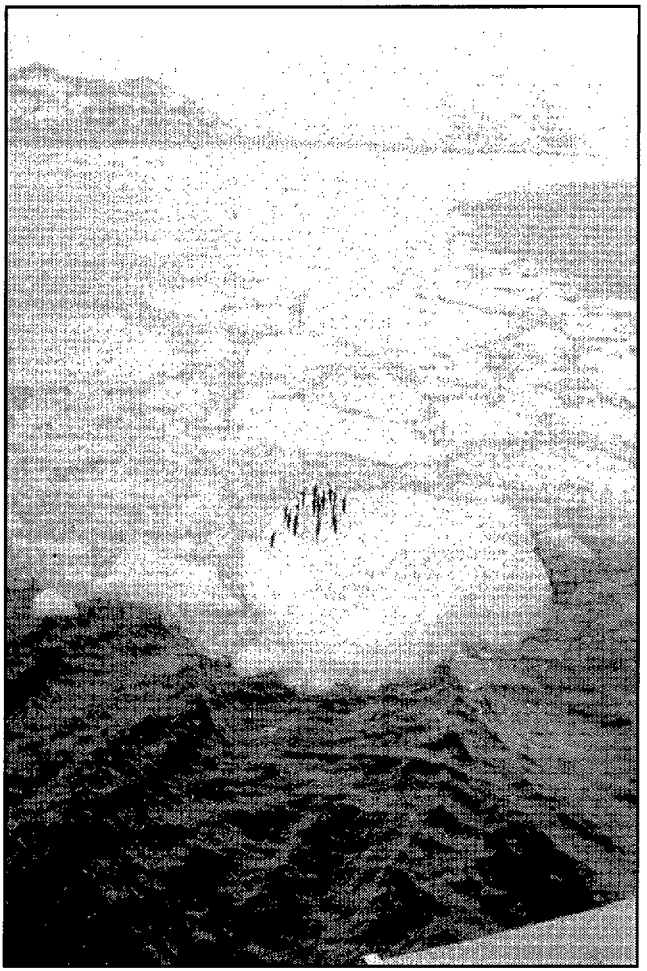


Figura 2.- *El océano Antártico cierra, en el hemisferio sur, la conexión global de los océanos. Estudiando la zona de norte a sur podemos considerar que el océano Antártico esta cruzado por los frentes: Subtropical (STF), Antártico (SAF), Polar (PF) Agua Costera de Contorno (CWB), (Nowling, 1986), habiéndose sugerido recientemente un segundo frente entre PF y CWB, (Orsi, 1993). En la banquisa disminuye la interacción de la atmósfera con el océano, atrapando bajo los hielos agua más salina y caliente, debido al calor latente de congelación. Lo anterior facilita el desarrollo de una abundante y diversa fauna propia y origina que los inviernos en que los hielos alcanzaron una mayor extensión vayan seguidos por veranos en que la banquisa se retira más hacia el sur.*

entre los 49° S en Suramérica hasta los 52° S al sur de Australia y los 57° S al sureste del Pacífico.

A lo largo de la corriente circumpolar y probablemente generados o correlacionados con la batimetría se desarrollan extensos remolinos, que alcanzan dimensiones de mesoescala, con un volumen de agua transportada que puede estimarse en 100 millones de metros cúbicos por segundo, y constituye el mayor flujo de corriente a nivel planetario, equivalente a aproximadamente 1.000 veces el volumen total que transportan conjuntamente la totalidad de los ríos.

Se conoce, además, como resultado de estos primeros estudios, que la mayor parte de las masas de agua que, a nivel planetario circulan por los fondos oceánicos y gran parte de las que circulan a profundidad intermedia, se forman en los fenómenos que se desarrollan alrededor del continente antártico, habiendo podido seguirse masas de agua inicialmente superficiales en las proximidades de la Antártida, como masas profundas a altas altitudes en todas las cuencas del hemisferio boreal.

El proceso de hundimiento de estas masas de agua desde la superficie a los fondos abisales y a las zonas de circulación intermedia exige su enfriamiento y, por tanto, un importante intercambio calorífico entre el océano y la atmósfera, que afectan al comportamiento climático global y puede considerarse fundamental para entender el transporte de calor desde las altitudes ecuatoriales hacia los polos.

Actualmente y tras el desarrollo de la época espacial, debe considerarse, que aunque los estudios que formaron la base de datos tradicional han sido importantes para establecer la circulación general, su secuencia de repetición temporal no la hace útil para estimar la secuencia de variación de sus series temporales, incluyendo el detalle de su variación estacional. En este sentido debemos considerar que las mismas razones que dificultaron en los siglos el acceso de estos mares a la navegación, comercio y explotación son también aplicables a la dificultad de desarrollar los programas necesarios de observación científica, con técnicas clásicas que, por su propia naturaleza, exigen la observación continuada con medios desplegados *in situ*. Lo anterior condujo a que la zona fuera desigualmente observada, concentrándose en las zonas de más fácil acceso, como el paso de Drake y arco del Scotia, estudiados entre 1977 y 1982, con motivo del desarrollo del Programa Internacional para el Estudio del Océano Austral (ISOS) *International Southern Ocean Studies*.

De las observaciones efectuadas en el paso de Drake se conoce que la velocidad media en la ACC está en el orden de 20 a 30 centímetros/segundo variando, regionalmente, el flujo de sus masas de agua cruzado por remolinos de mesoescala. (Whitworth y otros, 1985) de diámetro entre 40 y 100 kilómetros. En el paso de Drake estos remolinos se desplazan lateralmente hasta 100 kilómetros durante el periodo de repetición del satélite *Topex-Poseidon*, 10 días.

(Whitworth y otros, 1985), han indicado que el flujo en el Drake alcanza un 75% de régimen baroclino con fuertes perturbaciones de origen barotrópico, incluyendo en superficie una variabilidad semianual en variaciones

superficiales de gran escala con máximos en marzo y septiembre. Un modelo numérico desarrollado por (McMillan y otros, 1978) sugiere que mientras el flujo medio en la ACC está forzado por el viento, la respuesta de la variabilidad temporal de la ACC está escasamente correlacionada con la fricción atmosférica, figura 3.

Medidas efectuadas con mareógrafos de fondo en los extremos norte y sur del paso del Drake a 500 metros indican que la variación del flujo semianual está en el orden de los tres centímetros/segundo, incluyendo fuertes variaciones en la variabilidad anual que varían en fase año a año (Wearn y otros, 1980).

Los registros de estos mareógrafos de fondo han permitido relacionar la variabilidad en el flujo de las masas de agua en el paso de Drake con la velocidad del viento, deduciendo una correlación del flujo zonal en la corriente circumpolar con la fricción atmosférica entre 40° y 65° S (Clarke, 1982).

Sin embargo, debe considerarse que el estudio de los registros de estos mareógrafos de fondo sugieren la posibilidad de una cierta confusión al interpretar la dinámica del flujo en el Drake dado que dos series temporales, con una banda estrecha de variabilidad, aparecen normalmente correlacionadas, con independencia de sus causas físicas. En este sentido hay que tener en cuenta que la viabilidad del forzamiento atmosférico es fun-

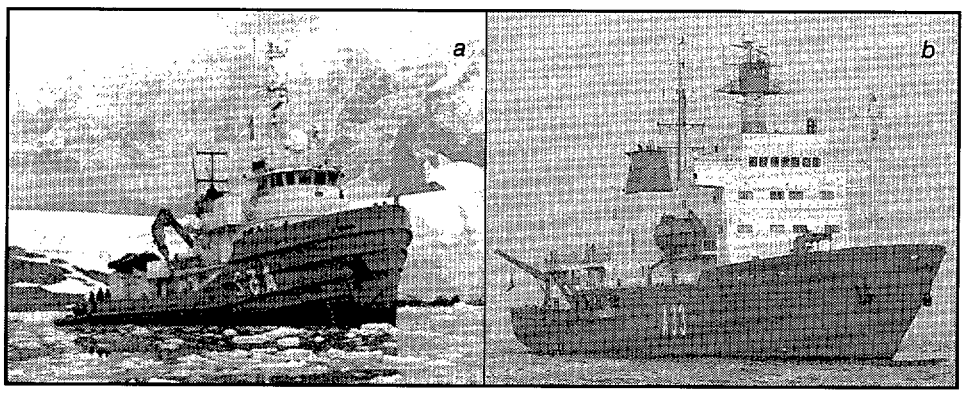


Figura 3.– *Para el desarrollo de las investigaciones en el océano Antártico en las campañas 1988-1989, 1989-1990, 1990-1991, la Armada española adecuó como buque oceanográfico al remolcador de altura* Las Palmas *(figura 3a). Sus investigaciones se centraron en los campos de la hidrografía, oceanografía física, geología marina operando, durante esas campañas, en la zona del paso de Drake, Shetland del Sur, mar de Brandsfield y estrechos de Guerlache y Bismark, hasta las proximidades del círculo polar antártico. A partir de la campaña antártica 1991-1992 operó en los veranos australes el Buque de Investigación Oeanográfica (BIO)* Hespérides *(figura 3b).*

damentalmente anual al norte del Drake con componentes anual y semianual al sur, mientras que la variabilidad observada en la ACC es predominantemente semianual (Peterson, 1988). Por lo anteriormente expuesto podemos considerar que el estudio del flujo de las masas de agua en el paso del Drake es, actualmente, un tema científicamente abierto.

En este sentido conviene también recordar que el paso del Drake se seleccionó para los estudios de la ACC por razones fundamentalmente logísticas y que el hecho de que represente un estrechamiento del flujo inducido, por su máximo acercamiento al continente, hacen dudar que sus resultados sean significativos en su aplicación a la totalidad de la corriente circumpolar. El análisis espacio-temporal del promedio de las velocidades de deriva de 300 boyas meteorológicas desplegadas cubriendo el océano Austral durante 1979 en el primer GARP (*Global Atmospheric Research Programm*), han permitido comprobar que los resultados obtenidos en el paso del Drake, son extrapolables en gran parte al océano Austral, incluyendo el hecho de que la energía de los remolinos excede por un factor de dos la energía cinética media del flujo principal y, que medidas de radiómetros espaciales indican que, estos remolinos, constituyen el principal medio de transporte del calor desde el ecuador hacia las zonas polares.

Quizás la conclusión más importante de estas observaciones sea la de que las boyas siguieron unas trayectorias similares a las del régimen de vientos en el hemisferio sur, sugiriendo que el régimen de velocidades superficiales representa una respuesta fundamentalmente barotrópica, inducido por el viento con un desfasaje de 180° en las componentes zonales de la velocidad en la ACC a lo largo de una línea que va desde 50° S entre el este del Índico a los 40° S en el Atlántico Sur y el extremo occidental del Índico, donde se registran los máximos de velocidad hacia el este durante marzo y septiembre (Large, 1989). Al norte de la línea media de la ACC el máximo semianual de las corrientes hacia el este ocurre durante junio y diciembre, registrándose variaciones significativas en algunas regiones al sur del océano Índico.

De lo anterior puede deducirse que la variabilidad de mesoescala en el océano Austral parece estar iniciada en su estudio a partir del seguimiento de boyas. Muy poco se conoce, sin embargo, de fenómenos de gran escala y variabilidad de baja frecuencia, con excepción de las observaciones en el paso del Drake donde se dispone de los cinco años de observación del Programa ISOS. En este sentido las observaciones con satélites altimétricos se consideran fundamentales para progresar en estos

estudios al permitir las medidas *in situ* con resolución temporal de hasta 10 días y precisión centimétrica en la observación del nivel del mar, extendida a toda la zona del océano sur.

Los medios espaciales en el estudio del océano Antártico

Un poco de historia. Los inicios de la navegación y geodesia espacial

La operación de seguimiento del satélite *Sputnick I*, dio lugar al nacimiento de varias técnicas como la navegación por técnicas espaciales, la geodesia y oceanografía espacial y la orbitografía, utilizando observaciones diferentes de las astronómicas en el espectro óptico.

Con estas expectativas, a principios de 1960, ya se habían lanzado ocho satélites e iniciado las primeras fases de su desarrollo el Sistema TRANSIT (NSSS) *Navy Navigation Satellite System*. El primer satélite del programa fue lanzado con un cohete *Thor-Able* el 17 de septiembre de 1959, cayendo al mar al haber fallado el encendido de su tercera fase. Sin embargo, las estaciones establecidas para su seguimiento pudieron operar durante parte de los 24 minutos del *Transit 1-A*, recogiendo datos suficientes para comprobar prácticamente las posibilidades del sistema, figura 4.

En 1964, tras el lanzamiento y observación de una decena de satélites, se declaró operativo el sistema con un número variable de satélites operacionales en órbitas poco excéntricas, cuasi polares, y a una altura teórica de aproximadamente 1.000 kilómetros. Para su posicionamiento en tiempo cuasi real se estableció la red de seguimiento global (red Tranet), necesaria para la predicción y mantenimiento de la órbita, dentro de los límites impuestos por los modelos dinámicos de potencial terrestre y fuerzas no gravitacionales, que perturbaban al satélite en su órbita.

Por otra parte, y si consideramos conocidas las coordenadas de un conjunto de estaciones ligadas rígidamente a la Tierra, los parámetros iniciales de la órbita, los términos del potencial terrestre y el modelo de las fuerzas perturbadoras no gravitacionales es posible calcular, con exactitud suficiente, la evolución espacio-temporal de la órbita perturbada. Además, la comparación entre los elementos observados y calculados permite determinar la trayectoria del eje instantáneo de rotación terrestre con precisión superior a los procedimientos clásicos y con periodos de observación más cortos.

El resultado del primer decenio de observaciones de la red Tranet permitió, con el tratamiento de más de medio millón de observaciones, deter-

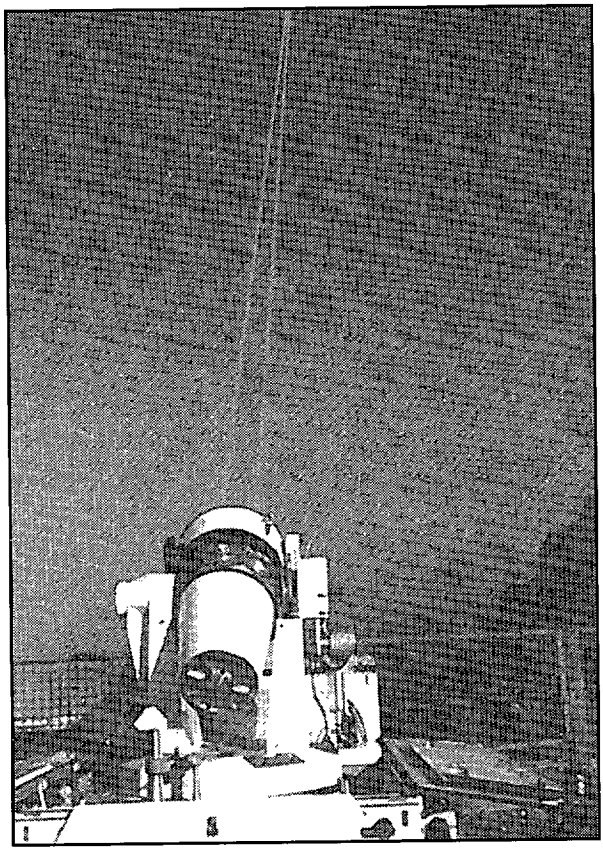
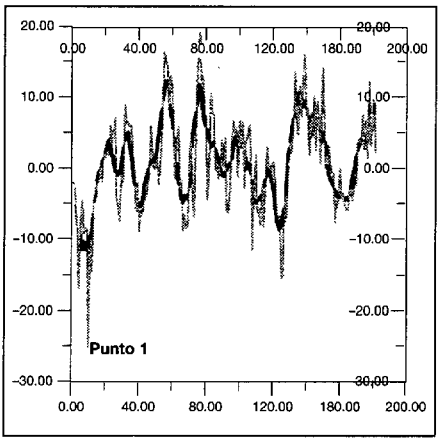


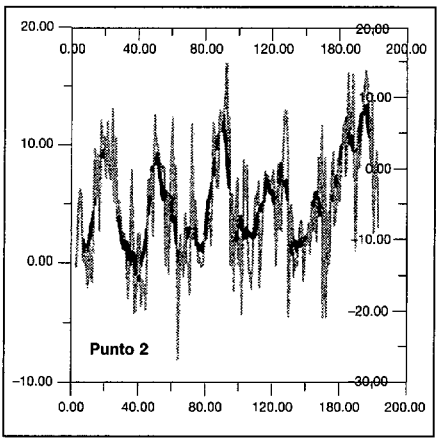
Figura 4.- *En otoño de 1957 se inicia la época espacial con la puesta en órbita del satélite* Sputnick I. *Durante los 90 días que permaneció en órbita, la variación de la frecuencia Doppler de la portadora que emitía su emisora de 150 Khz, fueron suficientes para permitir que Guiar y Weifenbach calcularan los parámetros de su órbita, originando que la Marina de Estados Unidos considerara el interés que la resolución del problema inverso podría tener para resolver definitivamente, y en tiempo real, el problema de la posición del navegante en el mar y del geodesta en tierra. Las posibilidades de utilización de los satélites para la observación de la Tierra exigió el desarrollo paralelo de nuevos medios de posicionamiento de precisión utilizando tanto técnicas radioeléctricas como láser, que permiten situar satélites de órbita baja y media con precisión centimétrica.*

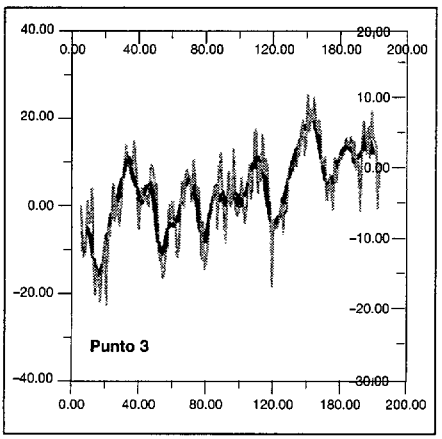
minar 479 armónicos del campo gravitatorio terrestre junto a las coordenadas de las 75 estaciones que, por haber participado en su seguimiento, históricamente constituyeron el primer Sistema de Referencia Terrestre, determinado por técnicas espaciales.

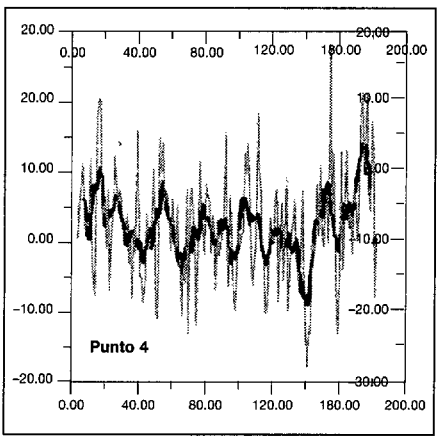
La constelación del Sistema Global de Posicionamiento (GPS)

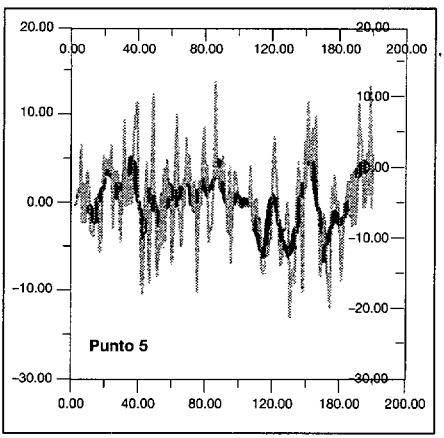
El Programa NAVSTAR-GPS tiene su origen en 1964 cuando la Fuerza Aérea y la Marina americana, comenzaron sus investigaciones para desarrollar sistemas de navegación basados en el concepto de medición de distancias con señales de tiempo emitidas desde satélites artificiales. Estos proyectos se desarrollaron en forma separada hasta 1973, año en que el Departamento de Defensa decidió la unificación de ambos, a la vez que invitó a otros organismos gubernamentales a participar, figura 5.

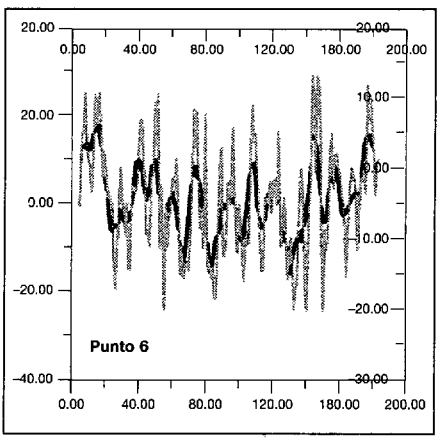

Punto 1


Punto 2


Punto 3


Punto 4


Punto 5


Punto 6

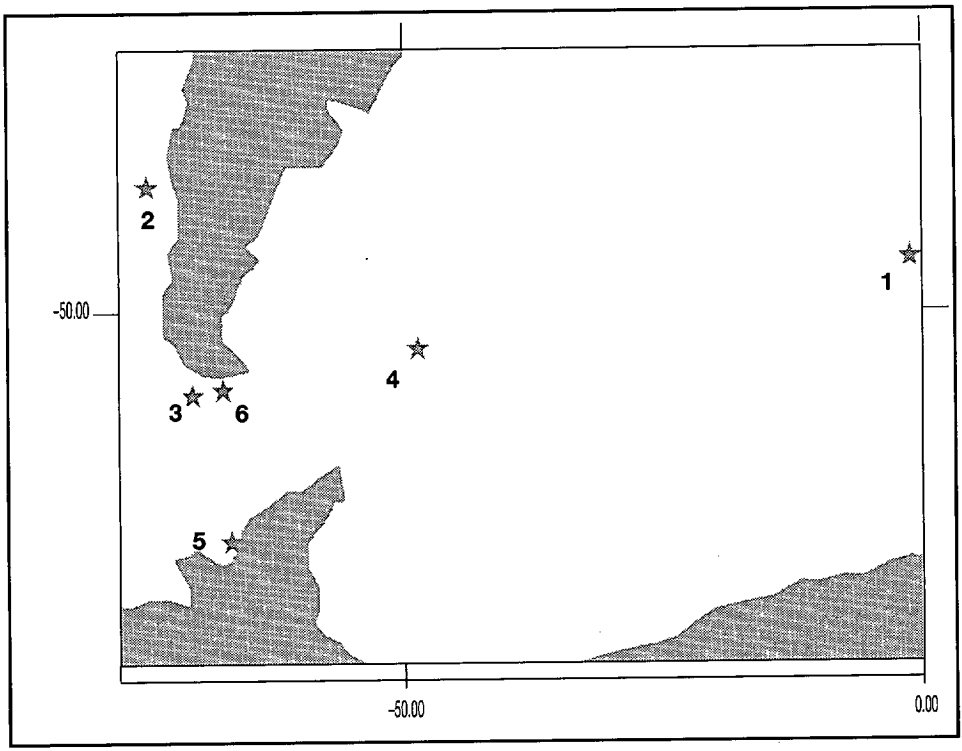


Figura 5.– *Variación del nivel del mar calculado a partir de las observaciones altimétricas efectuados por los satélites* Topex-Poseidon *y* ERS 1/2. *Las figuras presentan conjuntamente la variación observada con una resolución espacial de 10 días y la señal filtrada con un filtro paso bajo construido con los valores promedio de seis observaciones de 10 días. Puede observarse que en el centro del Atlántico Sur en latitud 43° y longitud 358°,* punto 1, *el nivel del mar presenta, sobre la señal media, picos de 10 centímetros relacionados con el paso de remolinos de mesoescala. La variación del nivel del mar presenta un ascenso en los cinco años observados de 10 centímetros, con marcadas oscilaciones de carácter anuo sobrepuestas a un descenso continuado entre los ciclos 70 y 120 de 17 centímetros, seguido de un aumento de 10 centímetros entre el 120 y 140. El* punto 2, *en la misma latitud en el Pacífico cerca de la costa suramericana, presenta los mismos picos observados en el Atlántico relacionados con el paso de remolinos de mesoescala. El registro presenta ciclos anuales claramente marcados entre los ciclos 2 y 120 con una subida en el nivel del mar continuada a partir del ciclo 120. En la misma latitud en el Atlántico,* punto 4, *aparece un comportamiento similar en la subida del nivel del mar a partir del ciclo 120, pero los ciclos anuales son casi nulos entre los ciclos 40 y 110 manteniendo, en su conjunto, casi nula la tendencia en la variación del nivel del mar a lo largo de los cinco años observados. Los* puntos 3 *y 6, en las entradas norte del Pacífico y Atlántico del paso de Drake, presentan la variación anua más marcada, con un reforzamiento en las variaciones de corto periodo, en la salida Atlántica del Drake con picos muy pronunciados, superando los 15 centímetros de corto periodo relacionados con el paso de remolinos. Al sur del paso de Drake,* punto 5, *el registro presenta una variación anua poco marcada y una disminución en la energía de los picos de corto periodo, respecto a la salida norte al Atlántico desde el Drake* (punto 6).

Por entonces la Marina ya había desarrollado, con éxito, dos satélites *Timation* (*Time and Navigation*), el 1 y el 2, y un tercero, el *Timation 3*, se encontraba listo para su puesta en órbita.

El proyecto, totalmente rediseñado, fue dividido en tres fases tomando bajo este nuevo esquema el *Timation* el nombre de NTS-1 (*Navigation Technology Satellite*), siendo puesto en órbita en julio de 1974. Por primera vez se probaron, en el espacio, relojes atómicos de rubidio, puestos en el mercado sólo unos meses antes.

El *NTS-1* transmitía en las frecuencias 335 Mhz y 1.575 Mhz y falló al ponerse en órbita por avería en su sistema de control de posición dejando, como resultado técnico, el eficiente funcionamiento de sus relojes atómicos a bordo.

El siguiente satélite, *NTS-2,* fue lanzado en 1977 con el objetivo fundamental de probar en el espacio la operatividad de relojes de cesio, estando equipado por primera vez con un dispositivo PRN (*Pseudo Random Noise*). Por su diseño, equipamiento y órbita este satélite era ya apto para formar parte de una constelación operacional de satélites de navegación, lo que no fue posible por el fallo del sistema de navegación ocurrido en febrero de 1978.

El prototipo de satélite operativo se puso en órbita el 23 de febrero de 1978 y se le denominó NDS-1 (*Navigation Development Satellite*), también conocido como *Navstar-1.* El cuerpo del satélite era de tipo cilíndrico de 1,5 metros, su peso de 455 kilogramos, con dos paneles solares que, extendidos, le daban una envergadura de 5,3 metros. Los paneles quedaban siempre orientados hacia el Sol proporcionando una potencia eléctrica de 580 W, complementada con tres baterías de Ni-Cd funcionando durante los periodos de eclipse. La antena principal de transmisión se hallaba en una de las basadas del cilindro orientada continuamente hacia la Tierra, y consistía en una configuración de 12 antenas helicoidales, que se completaba con antenas omnidireccionales para telemetría, figura 6.

Los satélites van equipados con relojes atómicos incorporando, los del bloque segundo, dos relojes de rubidio y dos de cesio que producen una frecuencia fundamental de 10.23 Mhz que, con la finalidad de corregir por la refracción ionosférica, se sintetiza para emitir en dos frecuencias derivadas, L1: 157.542 Mhz y L2: 1.227Mhz.

Dos códigos de navegación, uno de precisión P y otro para navegación aproximada el C/A, van modulados en estas frecuencias, el C/A en L1 y el P en ambas.

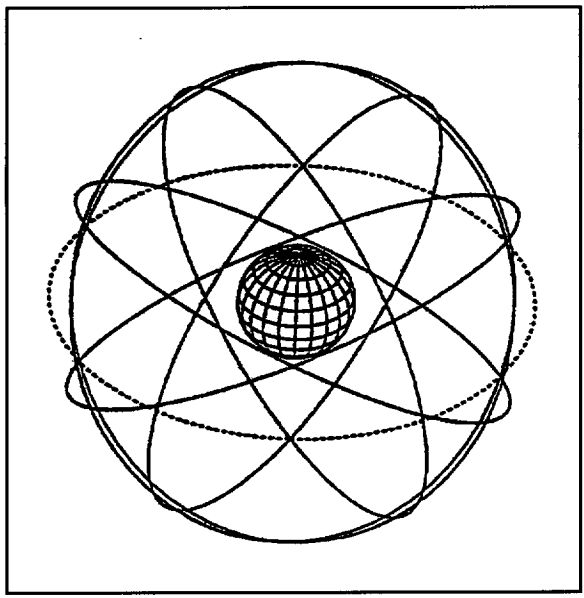


Figura 6.– *Inicialmente la idea básica del Programa del GPS era la puesta en órbita de una constelación formada por un total de 24 satélites, distribuidos en tres planos orbitales, con ocho satélites en cada plano equidistantes entre sí. Cada plano iba a tener una inclinación de 63º lo que permitiría observar en las latitudes de interés ocho satélites sobre el horizonte del navegante. Finalmente se adoptó una configuración de seis planos orbitales, con cuatro satélites en cada plano, una altura de 20.145 kilómetros y una inclinación de 55º.*

El segmento de control del Sistema GPS consta de una estación principal situada en Colorado Springs, y antenas de seguimiento en tierra situadas en las islas Kwajalein (Pacífico), Diego García (Índico) y Ascensión (Atlántico). Cinco estaciones monitoras completaban el sistema, tres en la localización de las antenas en tierra, la cuarta en Colorado Springs y la quinta en Hawai.

Las estaciones monitoras recogen los datos, bajo el control directo de la estación principal que calcula las efemérides, las predicciones de los estados de los satélites con respecto al tiempo GPS y envía la información a las antenas para su inyección en el satélite.

En los aspectos de utilización práctica de la constelación debemos considerar que la estructura de sus señales son:

1. Emisión en dos frecuencias L1 y L2, definidas por osciladores atómicos.
2. Modulación de la portadora L1 con los códigos P (precisión, 1.023 Mhz), C/A (1.023 Mhz) y mensajes de información (50 Hz). Modulación de la portadora L2 con el código C/A (1.023 Mhz).
3. Emisión modulada sobre la portadora de la información necesaria para determinar la posición del observador, código de sincronización, almanaque de la constelación de satélites, mensajes, efemérides del satélite observado (X,Y,Z,T), comportamiento del reloj, modelos de corrección.

Con la anterior información se pueden efectuar varias determinaciones de posición del receptor:

1. Seudodistancia: calcula la distancia satélite-receptor a partir de la efemérides del satélite, efectuando la correlación entre los códigos transmitidos por el satélite y el generado por el receptor. Estos códigos se encuentran actualmente perturbados por la Agencia. El efecto degradador de la perturbación puede resolverse utilizando técnicas diferenciales obteniendo precisiones en el orden de los metros.
2. Diferencias de fase de la portadora (simples, dobles y triples diferencias). Permiten calcular la posición relativa entre estaciones con precisión subcentimétrica. Las redes observadas pueden incorporarse a los sistemas de referencia internacionales incluyendo en la red estaciones del Sistema de Referencia Terrestre, como estaciones fiduciales, a las que referir el ajuste.

Mientras en los años sesenta Estados Unidos desarrollaban el sistema Doppler, Rusia desarrolló su propio sistema de navegación, el CICADA, con satélites técnica y órbitas muy similares.

El Sistema ruso *GLONASS* (*Global Navigation Satellite System*) es similar al *Navstar* diferenciándose en la disposición de las órbitas, el sistema de frecuencia y la presentación del mensaje de navegación. Los satélites *GLONASS* están dispuestos en tres planos orbitales, seis en los GPS, con una separación nodal de 120°, 60° en los GPS, y con una distancia angular entre satélites de 45° en cada plano, 90° en los GPS. La altitud de los satélites *GLONASS* se encuentra entre 18.840 y 19.940 kilómetros, 20.145 kilómetros en los GPS, con un periodo orbital de 11 horas y 16 minutos, 11 horas y 58 minutos en los GPS.

Finalmente conviene recordar que una diferencia fundamental entre ambos sistemas radica en que mientras los satélites GPS transmiten todos en las mismas frecuencias, pero con diferentes códigos de navegación que los identifican, los *GLONASS* transmiten en frecuencias diferentes compartiendo todos los satélites el mismo código.

Aunque a la vista de todas estas diferencias se puede concluir que los sistemas no son idénticos, si son compatibles, contemplándose el gran potencial que podría tener un sistema global de navegación formado por la combinación de ambos sistemas que contaría, de esta forma, con 42 satélites activos y seis en reserva.

Al igual que en todos los medios espaciales, en estos sistemas el problema principal que limita su precisión reside en el conocimiento y modelado de los parámetros geofísicos que intervienen en la definición del observable.

La señal emitida desde el satélite debe atravesar la atmósfera, que es un medio dispersivo. La refracción en la ionosfera depende de la actividad solar, aumentando la trayectoria de las emisiones del satélite hacia el receptor en una función que depende del contenido Total de Electrones Libres (TEL) y de la frecuencia. Este aumento de la trayectoria puede estimarse que puede aumentar hasta cinco veces en las horas diurnas, con respecto a la transmisión durante la noche, y crecer cuatro veces en otoño, respecto a la primavera. Durante los ciclos solares la corrección de la trayectoria puede aumentar hasta cuatro veces en ciclos con un máximo de manchas solares.

La densidad del contenido de electrones libres en la ionosfera, necesario para calcular la variación del índice de refracción, depende de la latitud geomagnética y de la hora, pudiendo estimarse en intervalos de varias horas utilizando receptores de dos frecuencias. En el caso de receptores con una frecuencia la corrección sólo puede efectuarse utilizando un modelo de retardo.

En el caso de la troposfera, al no depender el retardo de la frecuencia, la estimación de esta corrección debe efectuarse con modelos que tienen en cuenta las condiciones meteorológicas medidas en superficie, en el entorno de la estación, usando una atmósfera estándar e introduciendo datos meteorológicos (Saastamoinen y Hoppfield).

Aunque la corrección por aire seco puede estimarse con precisión, a partir de una medida local de la presión superficial, la estimación de la humedad, medida en el entorno de la estación, no es representativa de la distribución del vapor de agua a lo largo del camino, por lo que en ajustes de alta precisión debe complementarse con medidas de radiómetro.

Otra posibilidad para la determinación de la corrección por humedad reside en complementar las estimaciones del modelo, introduciendo una nueva incógnita en las observaciones GPS que tiene en cuenta el retardo por la troposfera, para cada estación de observación y permite estimarla, junto a su variación temporal, a partir del ajuste de las observaciones del GPS.

En su conjunto la constelación GPS supone hoy la solución cuasi definitiva a las siguientes técnicas:

1. Navegación en todos conceptos (marítima, aérea, terrestre, satélite-satélite).
2. Levantamientos topográficos.
3. Definición de los sistemas de referencia.
4. Determinación del campo de gravedad terrestre.
5. Geodinámica.

La oceanografía espacial

Podemos considerar, en términos generales, que la oceanografía espacial como nueva herramienta científica se desarrolló a partir de 1978 con el lanzamiento casi simultáneo de tres satélites: *Tiros, Nimbus-7* y *Seasat*, todos ellos equipados con instrumentos experimentales u operativos para el estudio del océano, figura 7.

Los oceanógrafos, que sólo contaban hasta entonces con observaciones desde boyas, buques y sistemas fondeados o a la deriva recibieron, de esta forma, la posibilidad de estudiar la superficie del mar desde el espacio y registrar las peculiaridades del medio marino y su influencia en el medio ambiente, clima y equilibrio planetario utilizando tres tipos de información vedadas, hasta entonces, a los medios tradicionales:

1. La obtención a partir de un solo sensor de información planetaria mantenida continuamente a lo largo de años evitando, de esta forma, un despliegue gigantesco de instrumentación *in situ*, con la dificultad

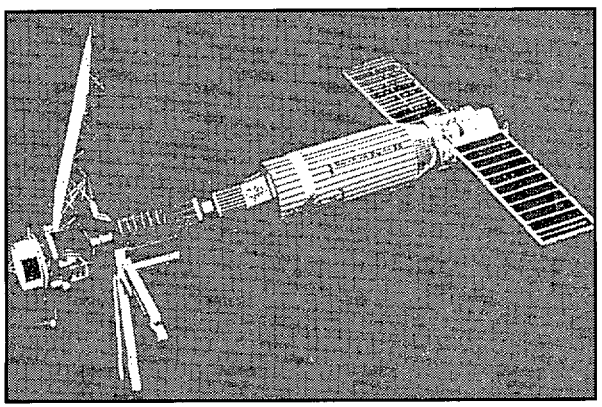


Figura 7.– *Los satélites* Tiros *y* Nimbus-7 *pretendían el estudio de información meteorológica, el* Seasat *puede considerarse el primer satélite oceanográfico con nuevo diseño y objetivos, al incorporar sistemas de detección de microondas, capaces de operar en todas las condiciones atmosféricas, Radar de Apertura Sintética (SAR), radar altímetro y difusómetro.*

añadida e importante de mantener una calibración instrumental exacta y sostenida en el tiempo.

2. Los satélites proporcionaban una visión sinóptica instantánea de una vasta zona de la superficie marina, imposible de plantear y obtener por otros medios, dada la continua variabilidad que caracteriza al medio oceánico.
3. Algunas medidas, como el estudio en tiempo «cuasi real» de la topografía del océano, sólo pueden efectuarse correlacionando las medidas altimétricas desde satélites artificiales, con la información del nivel medio de mar disponible.

En esta situación, y desde 1978, las técnicas de oceanografía espacial han venido perfeccionándose presentando, actualmente, un importante papel en la investigación de los mares por medio de sus cuatro medidas básicas:

1. Rugosidad.
2. Inclinación de la superficie del mar (centímetros en distancias de 100 kilómetros).
3. Constante dieléctrica.
4. Radiación electromagnética reflejada de la recibida del Sol, o emitida como cuerpo gris a una temperatura T.

Las dos primeras están asociadas con valores estrictamente superficiales, mientras que la constante dieléctrica y la radiación recibida en el satélite vienen afectadas por efectos físicos compartidos en las capas superficiales.

En su conjunto el comportamiento de estas cuatro medidas básicas permiten obtener observaciones casi superficiales del comportamiento de la concentración de las especies, la evolución temporal de la dinámica del océano, las interacciones entre las capas de la estructura oceánica, la propagación de ondas internas, fenómenos de mesoescala, mareas, batimetría, geoide oceánico, las corrientes, los vientos, la temperatura superficial, la evolución de los remolinos, el oleaje, la producción primaria de fitoplacton, la extensión de las capas de hielo en zonas inaccesibles, todo lo anterior, información considerada hoy primordial para adquirir los conocimientos que exigen los modelos de intercambio térmico y dinámico entre la atmósfera y el océano, relacionados con el estudio y evolución de un posible cambio climático a nivel mundial.

Como vemos, el desarrollo de las técnicas de observación del océano desde los satélites permiten hoy detectar sobre los mares planetarios gran parte de sus parámetros físicos utilizando cuatro tipos de instrumentos:

1. Los radiómetros.
2. El radar de apertura sintética.
3. Los altímetros.
4. Los difusómetros.

Como se ve todos los instrumentos en órbita son capaces de aportar información complementaria para los estudios del continente antártico y los mares que le rodean. Los radares de apertura sintética y los radiómetros aportan información de detalle sobre áreas reducidas, el radar altímetro proporciona una alta resolución en la medida del nivel superficial bajo la línea sobrevolada, no sólo en el océano sino sobre las superficies continentales cubiertas de hielo, figura 8.

Los hielos polares consisten en hielos marinos formados por la congelación del agua del mar y casquetes de hielo y glaciales formados a partir de

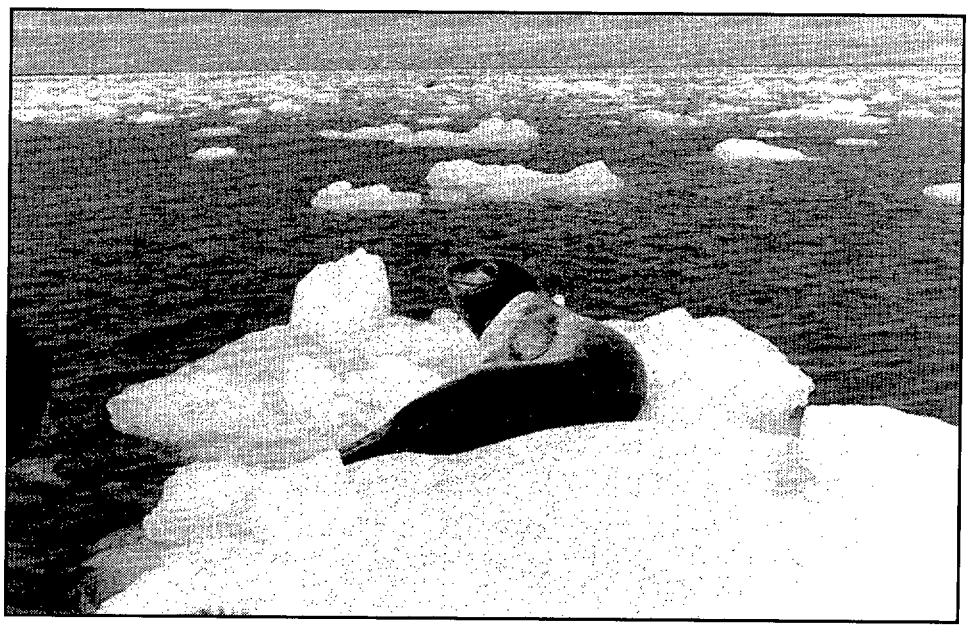


Figura 8.– *Las imágenes SAR han permitido detectar los límites y evolución de la capa de hielo costero antártico, indicando que no se han registrado recientemente, en un balance global, avances o retrocesos apreciables de estas estructuras, que permitan relacionar su evolución con el de un posible cambio climático. En este sentido deben señalarse los frentes helados de Ross y Amery, que han estado en un proceso continuo de avance desde 1980, se han visto compensados por un espectacular retroceso en el año 1995, al norte de la capa de hielos de Larsen, donde nuevamente se está registrado la recuperación de una delgada capa de hielo con zonas de océano abierto que distorsionan el anterior balance regional de flujo de calor.*

la acumulación de nieve cubriendo, los hielos marinos, aproximadamente 25 millones de kilómetros cuadrados y los casquetes polares 15 millones, aproximadamente el 10% de la superficie emergida del Planeta.

Si consideramos que toda la energía del Planeta se recibe del Sol, a la hora de evaluar las causas de un posible cambio climático, tendremos que tener en cuenta el efecto de la variación de los distintos parámetros que pueden afectar a la energía absorbida o reflejada por la superficie terrestre. En este sentido debemos recordar que las superficies de hielo y nieve poseen, de entre todos los elementos de la cobertura terrestre, los máximos coeficientes de reflectividad lo que lleva consigo que toda variación en la extensión de las superficies heladas afecta, de forma importante, al intercambio de energía entre la Tierra y su entorno exterior. En particular el hielo es mucho más reflectante que el océano que le rodea y, por tanto, todo aumento producido por un posible enfriamiento global tendría como consecuencia un proceso creciente de enfriamiento producido por un aumento de la energía reflejada que disminuiría, consecuentemente, la absorción de calor a nivel planetario tendiendo, en un proceso divergente, a aumentar las superficies reflectantes de hielo y nieve y, con ello, hacia una nueva época glacial.

Por otra parte si existe un oscurecimiento de la atmósfera, parte de la energía reflejada sería nuevamente reenviada a la atmósfera y el Planeta globalmente se calentaría en un proceso que tendería a disminuir por calentamiento la superficie reflectante de hielos y nieve, disminuyendo la energía solar reflejada por la superficie y aumentando la absorbida por la superficie terrestre en un proceso global y continuado de realimentación positiva que facilite el progresivo calentamiento planetario.

La importancia y trascendencia de estos procesos exige para su evaluación el desarrollo de medidas sistemáticas que sólo pueden realizarse en una cobertura espacio-temporal completa utilizando medios espaciales.

La observación por satélites de la extensión de los hielos tuvo una nueva orientación a partir de 1972 con las observaciones del ESMR (*Electrically Scanning Microwave Radiometer*), en el *Nimbus*-5, capaz de detectar la radiación emitida por la Tierra, a través de las nubes. Dado que la radiación emitida por una superficie depende de la temperatura y del coeficiente de emisividad, y que a su vez es función del material que cubre la superficie, siendo muy superior para el hielo que para el agua del océano permitiendo distinguir, con precisión, la posición y variabilidad de la banquisa. Los datos del *Nimbus*-5 y los del *Nimbus*-7, en 1978, permitieron el

levantamiento de mapas de detalle sobre la posición de la banquisa entre 1973 y 1987. En las misiones actuales los satélites *Radarsat*, *ERS-1/2*, utilizan radares de apertura sintética para la observación secuencial, todo tiempo, de la superficie helada incluyendo información altimétrica del *Geosat* y *Topex-Poseidon* para el levantamiento en tres dimensiones de mapas de hielo continental.

En el futuro, entre 1999 y 2017, se planea desarrollar el Programa de Observación de la Tierra EOS (*Earth Observation System*) con varias misiones de satélites que se van a poner en órbita para el estudio del Planeta en las dos próximas décadas, comprendiendo los satélites: *Landsat 7* (1998), *Terra* (1998), *PM1* (2000), *ICESAT-1* (2001), *CHEM-1* (2003), *TRMM* (1998), *QickSCAT* (1998), *ACRIMSAT* (1998), *METEOR3M-1* (1998), *NMP/EO-1* (1998), *JASON-1* (1999), *ESSP/VCC* (1999), *ESSP/VCL* (2000), *ADEOS2* (2000), *NMP/EO-2* (2001), *SORCE* (2002), *ESSP/Picasso-Cena* (2003), *ESSp/CloudSAT* (2005).

Los satélites de la serie EOS llevarán nuevos instrumentos y permitirán avanzar en el estudio de los hielos y su evolución en el entorno antártico. Entre esta instrumentación figura un altímetro de nuevo diseño el GLAS (*Geoscience Laser Altimeter System*) y el AMSR y el AMSR-E (*Advanced Microwave Scanning Radiometer*) que se prevee poner en órbita en el año 2000 en los satélites *ADEOS* (2000) y *EOS PM-1*, respectivamente, para el estudio de los hielos con una mayor resolución espacial.

Dentro del Programa EOS el altímetro láser GLAS será 100 veces más preciso que los actuales y sobrevolará la Antártida a más baja altura que las anteriores misiones para mejorar los estudios sobre la fusión de los hielos y los cambios en el volumen de los hielos y nieve antárticos, necesarios para progresar en el conocimiento cuantitativo de la tendencia de la variación del nivel del mar y la evolución de los glaciales y la banquisa a una escala local.

Los radiómetros

El espectro electromagnético abarca el comportamiento de los fotones en todo el margen de las longitudes de onda, desde las radiaciones gamma procedentes del núcleo atómico, pasando por los rayos X, la radiación ultravioleta, el espectro visible, el infrarrojo, las microondas y las ondas cortas, medias y largas de las emisiones radio clásicas.

De este amplio espectro nuestro radiómetro personal, el ojo, sólo es capaz de detectar los fotones de una pequeña banda, entre 0,4 y 0,7

micrómetros, que constituyen el espectro visible, que coincide con una ventana de transmisión en la atmósfera y el máximo de radiación de un cuerpo, que como el Sol, se encuentra a temperatura superficial de 6.400°K. Sobre esta banda, y por similitud con el espectro de nuestra visión, se desarrollaron los sistemas de observación fotográficos, incluidos en los primeros satélites.

Sin embargo, y para poder ampliar la capacidad de detección de los sensores hacia las bandas de infrarrojo térmico, y detectar las emisiones de cuerpos a temperatura ambiente en el Planeta, en la década de los ochenta se desarrollaron dispositivos de acoplo de carga CCD, capaces de almacenar y desplazar, en estructuras basadas en semiconductores, las cargas eléctricas generadas por los fotones que inciden en su superficie.

Básicamente un sensor CCD trabaja en cuatro etapas:

1. Durante el periodo de exposición convierte la iluminación incidente en una cantidad proporcional de cargas eléctricas (fotocargas).
2. Almacena las fotocargas en una matriz de fotoelementos, pixeles, que tiene asociada una capacidad MOS.
3. Tras la exposición transfiere secuencialmente las fotocargas acumuladas en los condensadores MOS hacia el dispositivo de salida.
4. Mide en el dispositivo de salida las fotocargas generadas en cada pixel.

Los CCD han permitido extender, con una mayor sensibilidad y fiabilidad, las medidas de los sensores de los satélites para cubrir una mayor extensión del espectro electromagnético, permitiendo estudiar la información contenida en bandas externas al espectro óptico, cubriendo el infrarrojo próximo, medio y térmico, entre las longitudes de onda de 0,8 a 12 micrómetros.

El cuadro 1, p. 134, presenta la información contenida en el espectro electromagnético, extraída de las bandas operativas del *Landsat,* y el interés que supone su estudio para el conocimiento del océano. Sin embargo, el hecho de que no existe en la tecnología actual ningún instrumento que pueda cubrir con un solo sensor todo el margen de interés del espectro electromagnético, ha obligado a desarrollar sensores compuestos por varios canales que, separadamente, registran en bandas la radiación electromagnética que llega desde tierra al objetivo del satélite. La asociación de la clorofila con el fitoplacton en el agua marina modifica la proporción del azul y el verde pudiendo interpretarse, mediante las adecuadas calibraciones, la proporción de clorofila en función del color detectado. Igualmente se puede correlacionar el color con la concentración de sedimentos en suspensión y, en aguas someras, con la profundidad y la batimetría.

Cuadro 1.– *Misiones espaciales e investigación antártica.*

Misiones	Lanzamiento	Objetivos
Misiones *Nimbus*	1964-1978	Cartografiado de la cobertura de hielos con radiómetros en los canales visibles e infrarrojo. A partir del año 1973 capacidad de cobertura en todas las condiciones meteorológicas con el *Nimbus 5* utilizando el radiómetro ESMR (*Electrically Scanning Microwave Radiometer*).
Landsat	1972-1998	Cartografiado con imágenes de alta resolución (90 metros) de glaciales, hielos y banquisa.
Seasat	1978 (106 días)	Medida de la capa de hielos y banquisa con altimetría. Observaciones con Radar de Apertura Sintética (SAR).
Geosat	1985-1989	Medida de la capa de hielos con altimetría.
DMSP	1987	Registro de la evolución de la capa de hielo en todas las condiciones meteorológicas con el sensor SSM/1.
ERS-1 y *ERS-2*	1992-2002	Registro con SAR de alta resolución (20 metros) de la evolución de los hielos y estructuras antárticas. Registro de la evolución de hielos, banquisa y océano Antártico con altimetría.
Radar Sat	1997	Registro y cartografiado con SAR de alta resolución (25 metros) de la Antártida.
Topex-Poseidon	1992-1999	Registro con altimetría de dos frecuencias del océano Antártico, banquisa y zonas de hielos.
EOS (*Earth Observing System*)	1999-2017	Siguiendo a otras misiones medidas de la estructura y evolución de la capa de hielo antártico con el altímetro Láser Glas y de la banquisa con el radiómetro AMSR en el satélite *Adeos II* y con el AMSR-E en el *EOS PM-1*.

A pesar de los problemas que presentan las frecuentes coberturas nubosas en los océanos los detectores en el infrarrojo pueden proporcionar imágenes de la temperatura de la superficie marina de interés para detectar turbulencias oceánicas, la progresión de frentes, las interacciones entre masas de agua a diferentes temperaturas, las lenguas de agua de las desembocaduras de los grandes ríos o la existencia de masa de aguas costeras, sin dispersarse, que pueden añadir información sobre la distribución de los recursos vivos.

El radar de apertura sintética

Otros sensores instalados en los satélites son radares activos, que emiten radiación desde el espacio hacia la superficie del océano en el espectro de las microondas, con capacidad de registro en todas las condiciones meteorológicas. El radar de apertura sintética sintetiza la órbita para generar una antena de longitud de kilómetros, que permita obtener una resolución espacial métrica en la observación del Planeta. Las primeras imágenes radar se efectuaron, a principios de los años cincuenta, con el radar aéreo de Visión Lateral y Apertura Real (SLAR), con la finalidad de reconocimiento militar (AN/APQ-56, AN/APQ-55). Debido a su longitud de onda, banda K (dos centímetros), y a que la energía emitida era generada localmente, estos radares podían fotografiar la superficie de la Tierra con independencia de la meteorología. Estos radares eran conocidos como radares de apertura real porque su resolución estaba determinada, en la dirección a lo largo del camino, por la relación entre la longitud de onda y el tamaño de la antena, aprovechando la dependencia de la permeabilidad del terreno, de la humedad y rugosidad para su aplicación directa a la cartografía y estudios geológicos en zonas de nubosidad permanente. El radar permitía, en estas zonas, la delineación precisa de los diferentes materiales en superficie, arenas, grabas, depósitos glaciales, límites de playas, o delinear zonas de contacto, como playas o depósitos de aluvión o roca.

La principal desventaja del SLAR era que, aún cuando la compresión de pulsos mejoraba a la decena de metros la resolución en distancia, la resolución angular estaba limitada por la longitud de onda y el tamaño de la antena. Sin embargo, teóricamente, se podía demostrar que en un radar de pulsos coherentes era posible utilizar diferentes ecos, para sintetizar una antena sobre la órbita del satélite con longitud muy superior a la de la antena real.

El primer radar operativo de apertura sintética fue el AN/APQ-102, horizontalmente polarizado en la banda X (tres centímetros), con resolución de

15 metros en la dirección angular y la distancia. El primer SAR puesto en órbita fue en el satélite *Seasat*, lanzado en junio de 1978 a una altura de 800 kilómetros en una órbita casi polar.

El SAR de este satélite operaba en la banda L, polarizado horizontalmente con longitud de onda de 23 centímetros y un ángulo de visión fijo de 20° desde el nadir, considerado óptimo para obtener fuertes ecos del océano, pero que producía fuerte distorsión en los terrenos abruptos. La anchura del haz de visión era de 100 kilómetros y su resolución espacial de 25 metros.

A pesar de ser un radar de características fijas, las imágenes del SAR del *Seasat* mostraron sus posibilidades para la detección, por técnicas espaciales, de las direcciones del espectro de las ondas en el océano, la detección en superficie de las ondas internas, los movimientos de los hielos en las zonas polares, las características superficiales de las estructuras geológicas, la delimitación de límites en las zonas húmedas, las características de la vegetación y otros observables superficiales de interés para las ciencias de la Tierra, cuadro 2.

El siguiente SAR operado desde el espacio fue el SIR-A (*Shutle Imaging Radar*), con tecnología derivada del *Seasat,* longitud de onda de 23 centímetros y polarización horizontal, instalado en la lanzadera espacial con

Cuadro 2.– *Aplicaciones de los radiómetros al estudio dela Tierra.*

Longitud de onda en micro metros	Banda espectral	Aplicaciones
0.45-0.52	Azul	Estudio de zonas costeras, discrimina la vegetación y tipo de arbolado.
0.52-0.6	Verde	Zona de mínima reflectividad de la vegetación.
0.63-0.69	Rojo	Banda de absorción de la clorofila.
0.75-0.9	Infrarrojo próximo	Contenido de biomasa. Estudio de marismas. Vigor de la vegetación.
1.55-1.75	Infrarrojo medio	Estudio de marismas y su vegetación. Discriminación de nubes y hielo.
10.4-12.5	Infrarrojo térmico	Levantamiento de emisión térmica. Temperatura de las masas de agua.

47° de inclinación, para mejorar las posibilidades de reflexión en pliegues y fallas geológicas. El SIR-A se puso en órbita a una altura de 240 kilómetros en noviembre de 1981. El barrido del SIR era de 50 kilómetros y su resolución espacial de 40 metros, demostrando las posibilidades de una penetración de metros en estructuras hiperáridas, que permitieron la detección de cuencas fluviales enterradas bajo el desierto del Sáhara en las zonas de Sudán y Egipto.

El SIR-B, se puso en órbita en octubre de 1984 y estaba equipado, por primera vez, con un sistema de adquisición digital de imágenes en cinta magnética con 30 Mbs de muestreo y una antena articulada que le permitía variar los ángulos de incidencia entre 15° y 60°, para mejorar sus posibilidades en el estudio de las estructuras geológicas bajo diferentes ángulos de incidencia, demostrando las posibilidades del SAR en la banda L para detectar variaciones en la humedad del suelo, estructuras geológicas diferenciadas y el espectro direccional de ondas propagándose en el océano.

El éxito de las misiones SIR-A, B impulsó el desarrollo del SIR-C, puesto en órbita en el año 1990 incorporando un sistema multifrecuencia en las bandas L, multipolarización y la posibilidad de variar el ángulo de incidencia.

Actualmente se encuentran en órbita los satélites de la Agencia Espacial Europea, *ERS-1/2* que incorporan radares de apertura sintética con antena de 12 metros, fija a la estructura del satélite, con la posibilidad de iluminar una estrecha zona del Planeta, obteniendo imágenes de resolución espacial en el orden de los 20 metros en distancia y los seis metros en azimut sobre zonas de unos 100 kilómetros de lado.

Las bases teóricas de estas medidas, en sus aplicaciones al océano Antártico, se encuentran en que las variaciones en su estructura hace que la reflexión de la energía de los pulsos radar presente una reflexión isotrópica, con un fuerte gradiente en el coeficiente de reflexión vertical para las microondas entre el océano, el hielo marginal, el hielo de primer año y la cobertura de hielos viejos, rotos y menos salinos, caídos hace años.

Los valores del coeficiente de reflexión varían no sólo con el tipo de reflector, sino que su dependencia del ángulo de incidencia es característica, en cada caso, de la superficie reflectora. Para un cambio entre los ángulos de incidencia entre 0° y 60°, el coeficiente de reflexión varía en el océano entre 0 y –20 decibelios, para el hielo en la banquisa entre –7 y –15 decibelios, para el hielo reciente entre –8 y –14 decibelios y para el hielo viejo entre –10 y –16 decibelios.

Lo anterior sugiere la posible identificación de las estructuras antárticas teniendo en cuenta la variación del coeficiente de reflexión con el tipo de hielos y con el ángulo de incidencia sobre las distintas estructuras superficiales.

La derivada del coeficiente de reflexión para un ángulo de incidencia de 28° permite distinguir con claridad entre el agua y el hielo, medida que tiene también un alto contraste para ángulos de incidencia de 50°. Estas medidas permiten la detección de las extensas zonas de polynias en el mar de Weddell, formadas por hielo marginal, cuyo mecanismo de formación aunque actualmente sea poco conocido, se estudia y registra por medios espaciales en bases de rutina, como uno de los principales objetivos de la oceanografía por su influencia en la circulación general de los océanos y la evolución del clima a nivel planetario.

Actualmente el desarrollo de las técnicas de interferometría radar, basadas en el conocimiento preciso de la órbita del satélite y la medida de la fase de la señal reflejada, en cada azimut y distancia por la superficie terrestre, han permitido obtener imágenes de gran exactitud de la superficie y el desplazamiento de las estructuras locales. El método se basa en el análisis de imágenes sucesivas del satélite, desde posiciones separadas hasta unos cientos de metros. En el caso de imágenes en ciclos sucesivos de satélites con una resolución temporal alta pueden existir dificultades en la interpretación debido a que las superficies cambien en el intervalo o a que sus desplazamientos sean tan grandes que ambas imágenes queden decorrelacionadas.

Entre las posibilidades de aplicación del radar de apertura sintética se encuentra en la observación de zonas, que como la Antártida, presentan dificultades de acceso a su cartografiado con medidas *in situ*. Entre estos estudios se puede resaltar la campaña de imágenes antárticas AIC (*Antarctic Imaging Campaign*), llevada a cabo por el satélite *Radarsat-1*, con capacidad de obtener imágenes de alta resolución, 25 metros, en todas las condiciones meteorológicas. La campaña se desarrolló entre septiembre y octubre de 1997 y en un primer análisis e informe se han podido detectar nuevas informaciones respecto a las estructuras antárticas. En la Antártida del Este se han observado zonas de alta reflectividad, en la zona de Marie Bird, la banquisa de Ross y las zonas costeras de la Península donde se presentan amplias extensiones de fusiones y congelaciones sucesivas, probablemente relacionadas con las temperaturas que se alcanzan en el verano austral. El este de la meseta antártica pre-

senta fuertes contrastes en la reflectividad relacionados con el flujo de la cobertera de hielo sobre el rugoso fondo de los glaciales. Estos contrastes son particularmente visibles paralelos a las cordilleras Transantárticas, Pensacola y Shackelton y se extienden en profundidad hacia el este de la meseta Transantártica sugiriendo la interacción subglacial de la cobertera de hielo con un fondo de corteza especialmente resistente. La reflectividad a las microondas radar cambia bruscamente al norte de la zona subglacial de Wilkes, en la tierra de Jorge V presentando áreas redondeadas similares a la observada en los lagos subglaciales de la zona de Vostok.

Se han detectado igualmente extensas estructuras superficiales formadas por la acción de los fuertes vientos y del movimiento de los hielos, incluyendo extensos campos con dunas de hasta 40 kilómetros de longitud de onda en la Antártida del Este. Se ha detectado una enorme corriente de hielo, de al menos 550 kilómetros que desde la Antártida del Este alimenta el glacial Recovery y desemboca en la zona de hielos de Filchner Ronne. Su reflectividad homogénea puede indicar que un rozamiento sólo es intenso en los bordes de la corriente glacial.

Las imágenes SAR han permitido igualmente detectar los límites y evolución de la capa de hielo costero, indicando que no se han registrado recientemente, en un balance global, avances o retrocesos apreciables de estas estructuras, que permitan relacionar su evolución con el de un posible cambio climático. En este sentido deben señalarselos frentes helados de Ross y Amery que han estado en un proceso continuo de avance desde el año 1980 compensado por un espectacular retroceso 1995, al norte de la capa de hielos de Larsen, donde nuevamente se está registrando la recuperación de una delgada capa de hielo con zonas de océano abierto que distorsionan el anterior balance regional de flujo de calor.

El radar altímetro

Un altímetro embarcado en un satélite es básicamente un radar que emite hacia la superficie pulsos de muy corta duración en el tiempo, centrando su banda de trabajo en el margen de las microondas. El módulo de recepción detecta, a bordo del satélite, la llegada del pulso reflejado obteniendo, a partir del análisis temporal de los ecos, su altura sobre el nivel del mar. En líneas generales el altímetro ilumina la superficie marina dirigiendo la radiación electromagnética según la vertical (nadir), y a partir de la intensidad, momento de llegada y estructura del pulso reflejado obtiene la velocidad del viento y la altura de las olas, pudiendo calcular la altura del

nivel del mar en coordenadas geocéntricas, si se conoce la órbita con precisión suficiente en las mismas coordenadas.

En las condiciones anteriores, y caso de conocerse la órbita del satélite y el nivel medio del mar, referidos con precisión centimétrica a un elipsoide internacionalmente aceptado, se podría conocer la topografía dinámica del océano y, por tanto, las corrientes geostróficas a un nivel global.

Por todo lo anterior la altimetría por satélites es una técnica pluridisciplinar. Sus medidas se efectúan desde la órbita del satélite y su cálculo requiere el conocimiento de las fuerzas que actúan sobre el satélite y los parámetros de orientación de la Tierra, figura 9.

El *Seasat* (1978) fue el primer altímetro moderno operativo en un satélite. Su precisión interna era de cinco centímetros, pero su información estaba limitada por el error radial de su órbita, estimada en el orden del metro, que limitaba sus posibilidades para el estudio de la dinámica oceánica. La corta duración de su operatividad, junto a su escasa exactitud, impedía su aplicación al estudio de la variación del nivel del océano.

El *Geosat* (1985-1989), aunque limitado por una órbita de 60 centímetros de exactitud, su larga operatividad hizo que presentara resultados de interés en estudios de dinámica y variación del nivel de los océanos. Quizás una de sus aplicaciones más espectaculares fue la de efectuar el estudio y seguimiento de fenómenos como *El Niño*, al detectar las variaciones en el nivel del mar asociadas a su cruce del Pacífico. Actualmente se continúa reduciendo su información, habiéndose mejorado su órbita a un error radial de 15 centímetros.

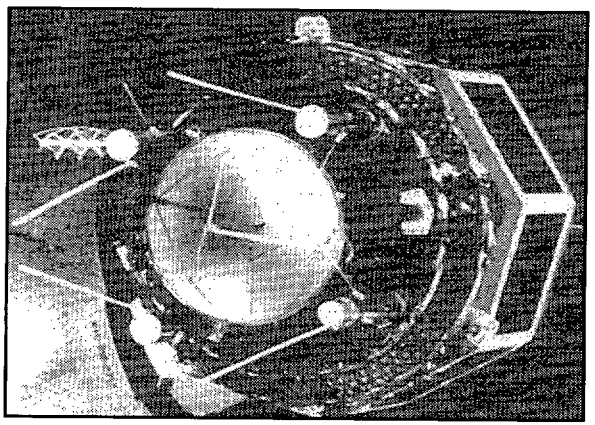


Figura 9.– *El primer altímetro operativo en un satélite se instaló en el* GEOS-3 *(1975-1978). Su órbita se determinó con exactitud de dos metros, su precisión en promedios de medida de un segundo era de 25 centímetros, presentando derivas instrumentales de hasta 25 centímetros/hora. Sin embargo, el análisis de sus datos permitió obtener mapas del geoide y de la variación del nivel del mar, por medidas directas espaciales.*

Estas primeras misiones, aunque produjeron una limitada aportación sobre la dinámica oceánica debido a la escasa exactitud instrumental y errores en la definición de sus órbitas y geoide, aportaron un importante flujo de información que facilitó el desarrollo de los nuevos tratamientos y medios de que se ha dispuesto en las misiones operativas actuales.

En el presente decenio, la puesta en órbita de satélites con radares altímetros de precisión subdecimétrica —*ERS-1, Topex-Poseidon* y *ERS-2*— permite medir la variación del nivel del mar, con carácter global, con precisión subcentimétrica y la superficie topográfica instantánea de los océanos con precisión subdecimétrica obteniendo, a partir de ella, por promedio estadístico e interpolación, el comportamiento temporal de la superficie de los mares en corto y largo periodo (estacional anual).

La anterior información se encuentra relacionada, por una parte, con la dinámica oceánica y, por otra, con las medidas de la variación del nivel del mar que registran los mareógrafos instalados en costas, afectados por efectos locales, teniendo en cuenta que el hecho de que los altímetros dejan de medir a una distancia aproximada de 20 kilómetros de la costa obliga a trasladar sus medidas, considerando correcciones locales, sólo estimadas con complejos modelos hidrodinámicos que consideren características locales.

La altimetría por satélites permite, de esta forma, aportar información diferente a la de los mareógrafos, en el sentido de que sus medidas se encuentran menos influidas por efectos locales, su referenciación se efectúa continuamente al elipsoide de referencia, por medio de las estaciones de seguimiento, y el instrumento es único y calibrado por observaciones contrastadas continuamente a nivel planetario. Los satélites de la ESA *ERS-1* y *ERS-2,* y el *Topex-Poseidon* fueron diseñados para el estudio de la circulación oceánica y la variación del nivel del mar a escala global. La alta precisión de sus medidas se debe a:

1. El bajo nivel de ruido de sus altímetros.
2. La alta precisión de los modelos utilizados en las correcciones, debidas a causas geofísicas (mareas oceánicas, terrestres, correcciones ionosférica, troposférica, oleaje, deriva del oscilador de los altímetros, barómetro invertido). Estas correcciones se modelan utilizando datos de los radiómetros de los satélites y son, por tanto, medidas físicas *in situ*, que permiten estimar con exactitud la corrección húmeda de la troposfera.
3. La alta exactitud que se obtiene en la determinación de la órbita del satélite. Subdecimétrica a nivel global mejoradas, al orden centimétrico, con corrección local, utilizando técnicas de arco corto.

Debe recordarse que la determinación de la órbita ha sido el principal problema a resolver para la utilización de la altimetría en el estudio de la variación secular del nivel del mar.

Como es sabido el nivel medio del mar se define geofísicamente, y en primera aproximación, como un nivel equipotencial del campo gravitatorio y rotacional terrestre. Si el océano se encontrara en reposo, el nivel medio del mar vendría representado por el geoide.

Sin embargo, factores dinámicos, principalmente debidos a la interacción atmósfera-océano, introducen factores que separan la superficie del océano hasta un metro del geoide, alterando el equilibrio, variando la superficie del océano con perturbaciones dinámicas que alcanzan el metro en distancias de 100 kilómetros que pueden detectarse, en su generación y evolución, por técnicas altimétricas espaciales.

Por otra parte, las mareas terrestres deforman la Tierra sólida en el orden de 20 centímetros de amplitud y las mareas oceánicas y las variaciones de la presión afectan al océano globalmente, con amplitudes que alcanzan en las costas el orden de varios metros sobre la referencia que establece el geoide.

En el momento actual de la técnica, los altímetros alcanzan precisiones centimétricas y sus medidas, corregidas por los efectos geofísicos, pueden detectar la separación de la superficie media de los océanos HMSS (*Height Mean Sea Surface*) del geoide y la topografía oceánica con precisión suficiente para permitir el desarrollo de modelos de dinámica oceánica fiable, figura 10.

Además de para la medida del nivel del mar la aplicación del radar altímetro se considera actualmente importante por la exactitud de sus medidas sobre los campos de hielo polares, para el estudio de los cambios en el nivel de los casquetes de hielo en el continente antártico, parámetro fundamental para el estudio de la existencia y evolución de un posible cambio climático. En estos estudios se utilizan dos técnicas complementarias:

1. La generación secuencial de mapas de la topografía de los hielos antárticos incluyendo, a partir de su diferencia, la evolución temporal del nivel del casquete continental de hielos.
2. Registrando el comportamiento dinámico de los grandes glaciales en la Antártida y Groenlandia.

La variación anual de este parámetro se estima en cinco centímetros, por lo que hasta el presente y utilizando medidas *in situ* no ha podido deter-

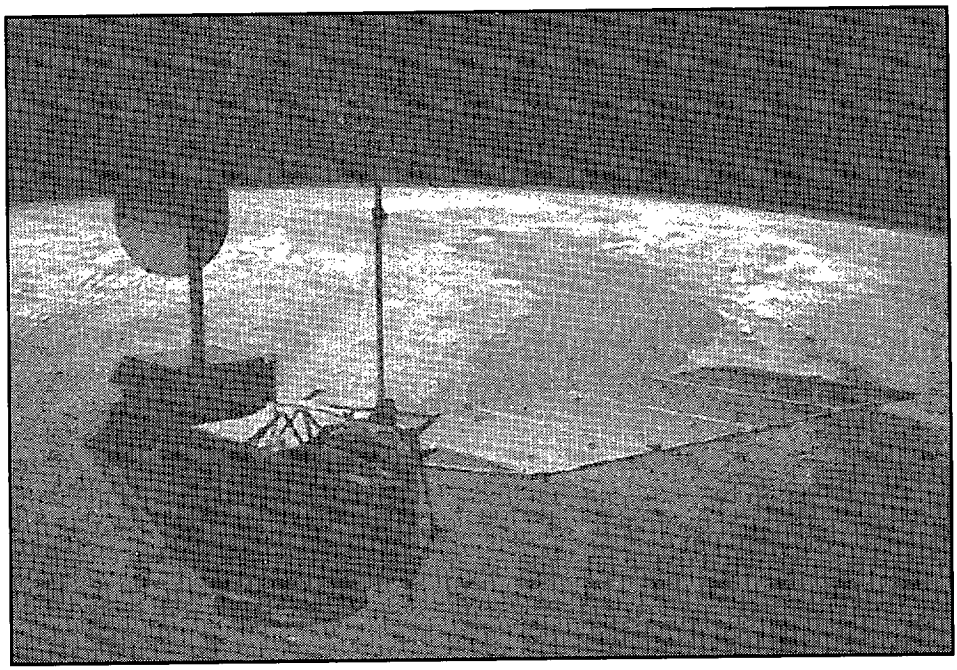


Figura 10.– *El satélite* Topex-Poseidon *constituye, por las características de su instrumentación, la misión altimétrica más avanzada entre las puestas en órbita hasta el momento. Las misiones especificas del programa son:*

- *— La medida del nivel del mar con precisión suficiente para determinar su dinámica, incluyendo el cálculo de las corriente geostróficas medias y las mareas.*
- *— Desarrollar los formalismos y procedimientos que permitan establecer los futuros programas para el estudio de la dinámica del océano y otros parámetros geofísicos por medios espaciales.*
- *— Definir y experimentar con los principios básicos de un programa espacial, a largo plazo, de observación de la circulación oceánica incluyendo sus variaciones.*

minarse con exactitud suficiente ni la topografía de la capa de hielo ni su repetición secuencial, para permitir determinar la variación espacio-temporal de este parámetro y conocer, con exactitud suficiente, si el balance global es acumulativo o descendente. Los medios espaciales permiten registrar secuencialmente la topografía del casquete de hielos cada mes, con una exactitud en el orden del metro, y obtener su evolución dinámica a partir de la diferencia de los levantamientos. Para mejorar la precisión de los levantamientos, las medidas de los satélites se complementan con observaciones desde aviones dotados de altímetro que sobrevuelan las zonas de estudio y han permitido mejorar los modelos de corrección por rugosidad de la superficie de hielo.

Por otra parte, los levantamientos batimétricos de los fondos marinos en los mares antárticos, necesarios para el estudio de la geodinámica regional, se ven dificultados por la presencia de hielos marinos que cubren la superficie del océano e impiden ocasionalmente el acceso a la zona. Los radares altímetros de los satélites *ERS* permiten efectuar estas medidas, hasta latitudes de 82° S, a partir de la generación de funciones de transferencia que correlacionan la topografía dinámica del océano con la batimetría de los fondos, a partir de una hipótesis de la estructura de la corteza.

Las observaciones altimétricas, junto al desarrollo de funciones de transferencia, han permitido confirmar algunos hechos, en ocasiones erróneamente interpretados, relacionados con la evolución tectónica de la Antártida. Como es conocido el encaje tectónico de las estructuras geofísicas existentes tras la ruptura de Gondwana no permitía el encaje correcto de la meseta de Campbell, en la actual zona de Nueva Zelanda, lo que exigía postular la existencia en la época de la ruptura (hace 100 millones de años) de una placa, la de Bellingshausen, que con el tiempo se habría fundido con la placa antártica. El ajuste de las observaciones altimétricas ha permitido cartografiar las trayectorias seguidas por la Antártida y la meseta de Cambell en las primeras etapas de su formación permitiendo situar una divergencia en las zonas de fractura, cercanas al continente, relacionadas con la existencia de la placa de Bellingshausen.

La variación del nivel del mar en el océano Austral

LA VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR DESDE EL ESPACIO

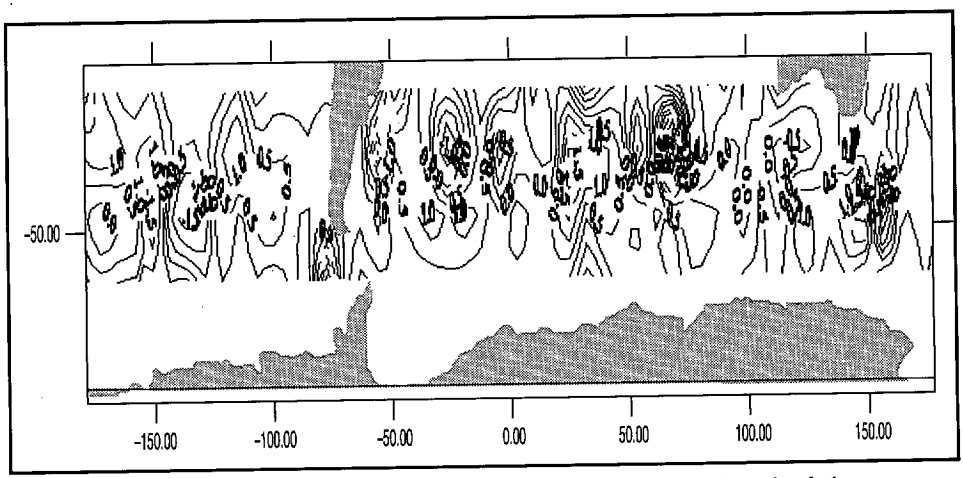
El estudio de la variación secular del nivel medio de los mares requiere extraer una información, de magnitud estimada en el orden del milímetro por año, sobrepuesta a variaciones decimétricas de corto periodo de la topografía dinámica de los océanos.

Esta variación secular significaría una comprobación objetiva del efecto combinado de la dilatación del agua oceánica y de la fusión parcial de los casquetes polares, probablemente relacionados con un posible calentamiento térmico a nivel planetario. Esta variación podía estudiarse, hasta ahora, con mareógrafos distribuidos frecuentemente de forma inadecuada y dudosamente referenciados a los sistemas de referencia geodésicos.

La realización reciente de proyectos planetarios y regionales, para relacionar las medidas de mareógrafos con los sistemas de referencia globales, establecidos por las redes de Seguimiento de Satélites Láser (SLR), ob-

servaciones del Sistema de Referencia Cuasi-Inercial por Interferometría de Grandes Bases (VLBI) y puntos relacionados con el Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRS), han permitido referir las marcas de los mareógrafos a los sistemas de referencia globales con precisión centimétrica. Lo anterior ha requerido la observación periódica de las marcas de los mareógrafos con la misma precisión, utilizando observaciones frecuentes con receptores GPS y gravimetría, con la finalidad de poder diferenciar las variaciones reales del nivel del mar de las variaciones introducidas, en la medida, por la actividad tectónica y la deformación que ésta introduce localmente en la corteza submarina, figura 11.

El satélite *Topex-Poseidon* fue diseñado para determinar el nivel del mar y su variación espacio-temporal. Para ello el satélite dispone de órbitas globales de precisión subdecimétrica en su componente radial, calculadas en el GSFC (*Goddar Space Fligh Center*) y el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) francés, y los modelos aplicados para sus correcciones han ido variándose por la Agencia AVISO a lo largo del programa, para asegurar una relación subdecimétrica entre la medida del altímetro y la variación del nivel de los océanos.



Fgura 11.– *Tendencia en la variación del nivel del mar en el océno Antártico, en centímetros, calculada a partir de las observaciones de los satélites* Topex-Poseidon *y* ERS-1/2 *entre los meses de octubre 1992 y octubre 1997. En la imagen puede observarse que la tendencia en la variación del nivel del mar presenta características regionales, probablemente relacionadas con variaciones en el régimen de corrientes en el entorno de la corriente circumpolar. En la figura puede observarse que, aún cuando la tendencia es generalmente estacionaria, aparece una importante tendencia ascendente en el Índico al SW de Australia (45° S, 70° E, 50° S y 30° E) y núcleos de tendencia descendente entre latitudes de 45° a 47° S y longitudes de 0° a 30° E.*

Estas precisiones son suficientes para poder analizar cambios estacionales e interanuales en el nivel del mar, y su correlación con fenómenos físicos que afectan a la totalidad del Planeta, como son por ejemplo la variabilidad de 3 °C que se observa entre enero y julio, probablemente debido a la variación del albeado del conjunto de la Tierra, fluctuaciones de baja frecuencia en la variación del clima relacionadas con oscilaciones de equilibrio detectadas en el hemisferio sur *El Niño* o la detección de una posible tendencia secular, estimada entre uno y dos milímetros y detectada en las series de registro de los mareógrafos.

Esta tendencia se considera relacionada con un posible proceso de dilución de los glaciales antárticos y la dilatación del agua de los océanos, debido a un posible proceso de calentamiento global. Otros procesos relacionados se encuentran en deformaciones tectónicas de las cuencas oceánicas y la creciente explotación de los acuíferos planetarios.

A partir de las medidas del altímetro del satélite se han aplicado las correcciones propuestas por AVISO para la propagación en la troposfera e ionosfera, movimiento del centro de gravedad producido por el movimiento del panel solar, efecto de las olas (*electromagnetic bias*), influencia de las mareas (oceánica, terrestre, del polo) y barómetro invertido.

La exactitud con que se modelan estas correcciones representa el límite de la precisión que se puede obtener en la medida del nivel del mar en las distintas cuencas oceánicas. Los valores de la presión son facilitados por el Centro Europeo de Predicción ECMWF. La componente húmeda se modela al centímetro midiendo la radiación en el entorno de la línea de emisión del vapor de agua entorno a 22 Ghz, los canales de 18 y 37 Ghz corrigen respectivamente por el efecto de la velocidad del viento y de la cobertura de nubes. La corrección ionosférica es dispersiva y se corrige con precisión subcentimétrica con medidas en dos frecuencias, pudiendo utilizar alternativamente las medidas del *Topex-Poseidon* o del *Doris*. La corrección por el efecto de las olas se corrige empíricamente y el efecto del barómetro invertido se estima en un centímetros/mbar, teniendo en cuenta que se trata de una fórmula cuestionada que debe utilizarse con precaución especialmente en mares cerrados, considerando las diferentes escalas de variación de la superficie del mar y la presión atmosférica. Las mareas se han corregido utilizando el modelo de la Universidad de Tejas CSR3.0, que se obtiene adaptando un ajuste de larga longitud de onda al modelo hidrodinámico FES94.1.

Comparativamente, y hasta el desarrollo de los nuevos programas de satélites artificiales dotados con altímetros de densa y precisa cobertura

global, la variación del nivel del mar en el océano Austral eran escasamente conocidos en la zona SSI. Los primeros estudios (Chelton y otros, 1990) mostraron sorprendentes resultados y correlaciones que caracterizan la zona como compleja y diversa con escasas correlaciones entre las cuencas, no observadas en otras zonas oceánicas. Entre estas singularidades se describen en la literatura picos de nivel del mar de amplitud inferior a las registradas en el hemisferio norte, con máximos separados en fase 180° respecto a las variaciones observadas en el hemisferio norte y presentando variaciones internas que alcanzan desde un pico máximo en el Atlántico Sur a finales de enero, hasta junio en el Pacífico Sur. Este comportamiento puede quizás deberse a la comunicación entre las extensas zonas que caracterizan al océano Austral y moderan el calentamiento estacional sobre la zona (Jacob y otros, 1992).

Hasta el presente, y a pesar de los desarrollos tecnológicos de observación el origen científico de estas variaciones no puede considerarse cerrado, en tanto no se progrese en el conocimiento de los mecanismos de las interacciones geofísicas que caracterizan al océano Austral en sus singularidades.

Desde el siglo pasado, los mareógrafos instalados en las zonas costeras y próximos a núcleos industrializados, han ido normalmente registrando una lenta subida del nivel del mar en los océanos. Esta subida se ha venido explicando como el resultado conjunto de la fusión observada en los glaciales y hielos continentales, utilización masiva de las aguas subterráneas, dilatación del agua por aumento global de la temperatura y la deformación de la corteza por efecto de movimientos tectónicos locales que afectan de forma directa a las medidas de los mareógrafos.

Existen, sin embargo, dudas sobre si la evolución de los hielos en las dos mayores superficies continentales heladas del Planeta, Groenlandia y la Antártida han seguido el mismo proceso. Estas dos superficies continentales heladas contienen, como es conocido, el 75% de las reservas de agua dulce del Planeta y su fusión total conjunta podría significar un aumento de 75 metros en el nivel de los océanos, figura 12, p. 148.

En Groenlandia la capa de hielo se encuentra a mayor temperatura que en la Antártida, por lo que cualquier subida de la temperatura global se reflejaría con una mayor amplitud en su casquete. En la Antártida las temperaturas son muy inferiores al punto de fusión del hielo y un calentamiento global limitado no debería afectar al nivel de fusión de sus glaciales.

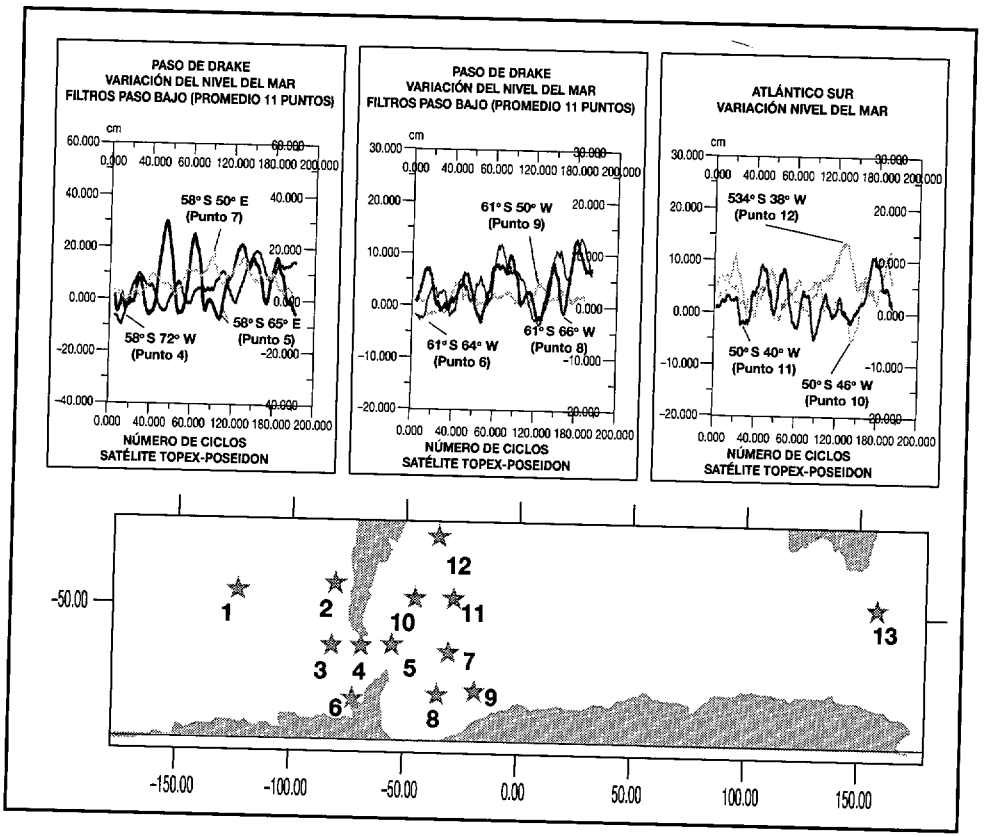


Figura 12.– *Variación del nivel del mar, filtrado de altas frecuencias, en el océano Austral calculado a partir de las observaciones del satélite* Topex-Poseidon *entre octubre de 1992 y octubre de 1997. En el perfil de observaciones efectuadas en latitud 61° S, al sur del paso de Drake, puede observarse que la variación anua crece hacia las salida Atlántica* (punto 8), *disminuyendo en el arco del Scotia* (punto 9) *y estando escasamente señalada en la entrada del Pacífico* (punto 6). *En la parte norte del paso de Drake la variación espacio-temporal del nivel del mar en el* punto 5, *al sur de cabo de Hornos, presenta variaciones de hasta 40 centímetros, entre los ciclos del satélite* Topex-Poseidon *40 a 90, con máximos muy acusados en los ciclos 55 y 80. Desde el ciclo 110 y hasta el 135 el nivel del mar sube hasta un máximo de 35 centímetros. En la entrada del Pacífico,* punto 4, *se registran variaciones más suaves de hasta 15 centímetros, desfasadas casi 180° respecto a las salidas Atlánticas. Al norte del arco del Scotia* (punto 7) *las variaciones son más suaves y se encuentran en fase con las registradas al sur del cabo de Hornos. El comportamiento registrado puede explicarse teniendo en cuenta la concentración de energía que se produce en la corriente circumpolar al penetrar hacia el Atlántico en la especie de tobera que forma el paso de Drake y la concentración de energía forzada por la batimetría de los fondos marinos, aflorando hacia el Norte y el atlántico en la zona del cabo de Hornos. El comportamiento registrado en la vertiente Atlántica del Drake y arco de Scotia se extiende suavizado hacia la zona de Malvinas* (puntos 11 *y* 12) *evolucionando hacia un comportamiento diferenciado hacia el Norte* (punto 12), *probablemente relacionado con la interacción con la corriente de Brasil.*

Existe sin embargo, un proceso que podría facilitar la fusión parcial de los bancos de hielos costeros. En el caso de un calentamiento global, la temperatura bajo los bancos de hielo aumenta, facilitando su ruptura y la generación de grandes témpanos que se desprenderían de la zona costera facilitando el descenso desde el casquete central de nuevos hielos continentales, en un proceso que facilitaría en la Antártida la pérdida irreversible de hielo continental y el aumento, con ello, del nivel del mar de los océanos.

Por otra parte el aumento de la fusión de los casquetes de hielo podría conducir a un aumento de las lluvias y nieve sobre las regiones polares debido a la acción conjunta de que un aumento de la temperatura del aire aumenta la evaporación y el contenido en agua del aire, unido al hecho de haber aumentado la superficie de agua libre en los océanos, por fusión parcial de la banquisa, figura 13.

Aún cuando el hielo marino, al fundirse, no introduce un aumento en el nivel del mar la disminución de la capa de hielo sobre al océano, aislante

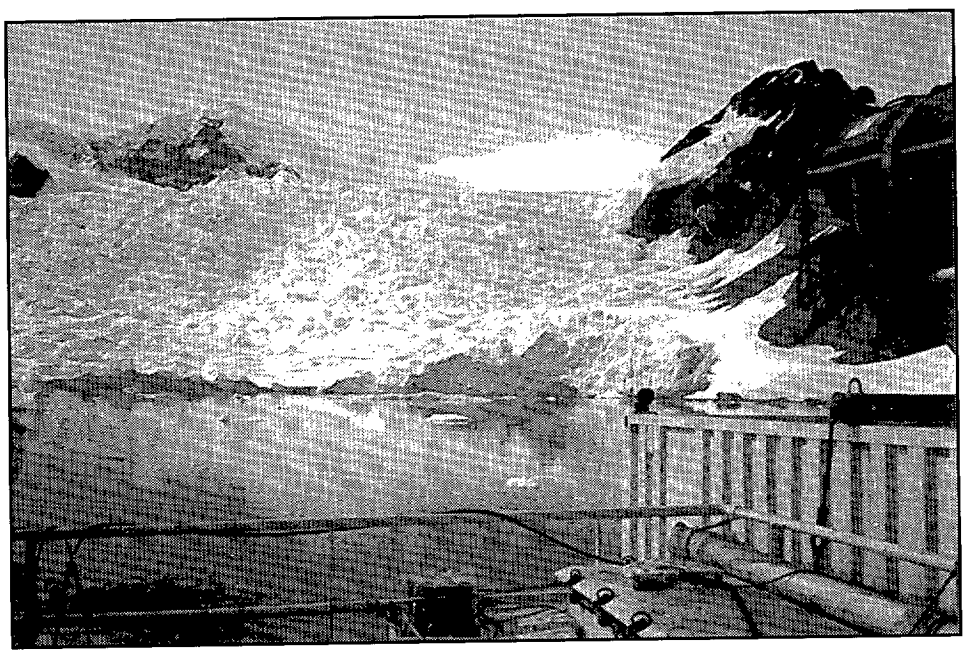


Figura 13.– *Salida al mar de un glaciar de casquete en la isla de Livingston (Shetland del Sur) visto desde el BIO de la Armada* Las Palmas. *La superficie de hielo del glaciar aparece frecuentemente oscurecida por depósitos volcánicos procedentes de las erupciones del volcán Decepción.*

y de alta reflectancia, constituye por su extensión una pieza importante en el equilibrio climático global. El hielo marino varía de forma importante estacional y anualmente y los resultados de estas observaciones no son suficientes, hasta el momento actual, para poder deducir una tendencia a largo plazo.

Debido a sus características remotas la posibilidad de utilizar datos de satélites como las misiones *Geosat* en los años ochenta y, posteriormente por el satélite *Topex-Poseidon* y los *ERS-1* y *ERS-2* de la Agencia Espacial Europea, especialmente diseñados para los estudios en las zonas polares ha supuesto un importante impulso al estudio de la variación del mar en la zona.

De forma simplificada la variación estacional de la superficie del mar puede representarse como:

$$N = N \text{ atmósfera} + N \text{ superior} + N \text{ inferior} + p/gd\ (d)$$

Donde *N*-atmósfera es la respuesta de la superficie del océano a un modelo estático de la presión atmosférica. *N*-superior es la aportación a la variación del nivel del mar inducida por procesos encima de la termoclina. *N*-inferior es el término baroclino que representa el efecto de la expansión por debajo de la termoclina, *d* es la densidad y *p/gd* es el termino barotrópico que representa un cambio en la presión a todos los niveles, figura 14.

Según (Gill y otros, 1973) los dos últimos términos, relacionados con los cambios baroclinos y barotrópicos de la presión, tienen una menor importancia que los dos primeros y se encuentran relacionados con variaciones en la presión debidas a cambios en el sistema de corrientes. El primer término se modela como una respuesta estática de barómetro invertido por lo que, una vez corregido por este modelo, la variación del mar debe considerarse fundamentalmente gobernada por el efecto estérico, que puede dividirse en dos componentes, justificadas por las variaciones en la salinidad y temperatura que consideran que la expansión y contracción de la parte superior del océano, por encima de la termoclina, se deben principalmente a los flujos de calor y agua a través de la superficie que afectan a su temperatura y salinidad y que consideraremos a continuación.

El intercambio de calor en el océano Austral

En el océano Austral tanto el calor como los flujos de agua están fuertemente influenciados por la presencia de hielo y agua mezclados de forma compleja.

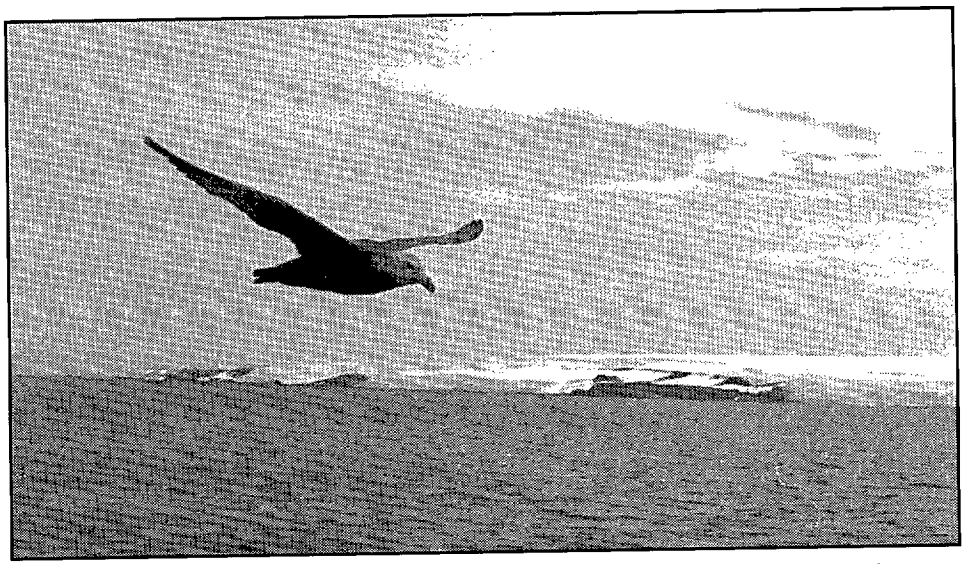
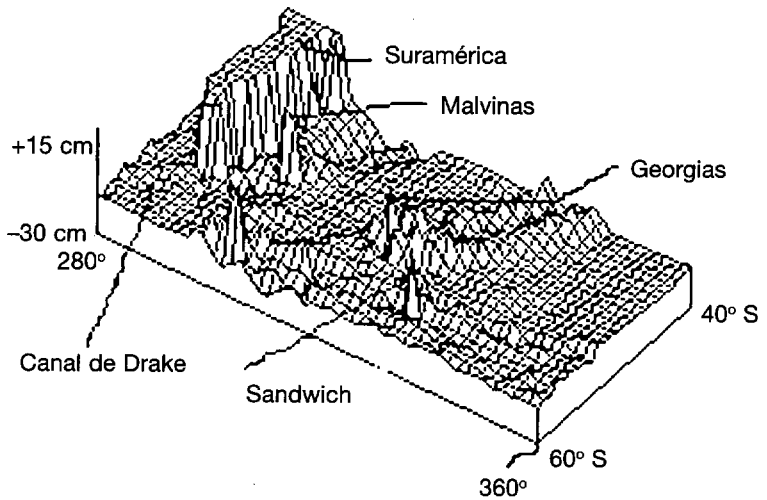


Figura 14.– *A partir de las medidas efectuadas con radiómetros y SAR de los satélites, se conoce que los hielos en le océano Austral experimentan una fuerte variación estacional variable entre 4.000.000 de kilómetros cuadrados en el mes de febrero y los 19.000.000 de kilómetros cuadrados en el mes de septiembre. La expansión de los hielos polares reduce el intercambio de calor, masa y energía cinética con la atmósfera y decrece la radiación solar superficial absorbida y su impacto sobre el complejo sistema oceánico antártico. La variación espacial y temporal de los hielos en el océano Austral se encuentra cartografiado en varios Atlas (Zwally y otros, 1983; Gloersen y otros, 1992). Hasta el presente, y a pesar de los desarrollos tecnológicos de observación el origen científico de estas variaciones no puede considerarse cerrado, en tanto no se progrese en el conocimiento de los mecanismos de las interacciones geofísicas que caracterizan al océano Austral en sus singularidades.*

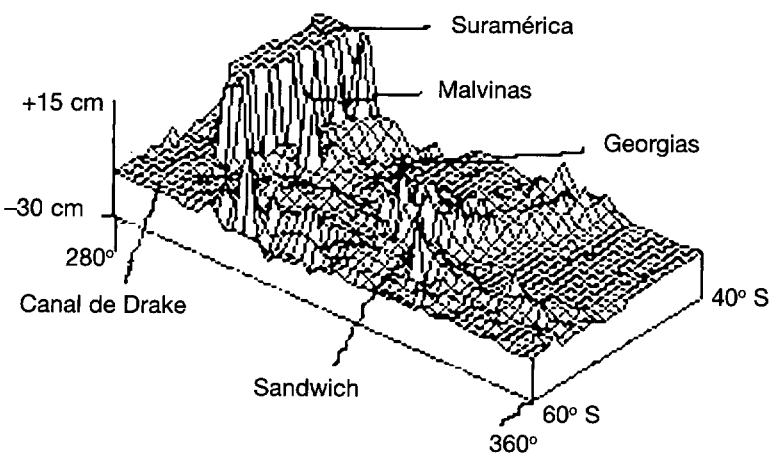
Un modelo de intercambio calorífico válido para la zona debería tener en cuenta que la variación neta de calor en el sistema, vendrá dado por el intercambio estacional de calor entre la atmósfera y el océano, entre el hielo y el océano teniendo en cuenta el flujo lateral de calor hacia el ecuador o hacia los polos que varía en bases estacionales.

Debe resaltarse que el valor del calor que se intercambia entre el océano y la atmósfera por metro cuadrado es muy superior al del hielo con la atmósfera, casi exclusivamente debido a la radiación. El papel de los cambios de salinidad es complejo. Los procesos de interacción del hielo con las masas de agua oceánica afectan la circulación al desprender sal hacia las masas circundantes durante las fases de crecimiento del hielo provocando un aumento de la densidad del agua directamente en la base del hielo, que induce unas corrientes de convección tendentes a sumergir la masa mezclada, figura 15, pp. 152-153.

Primavera



Verano



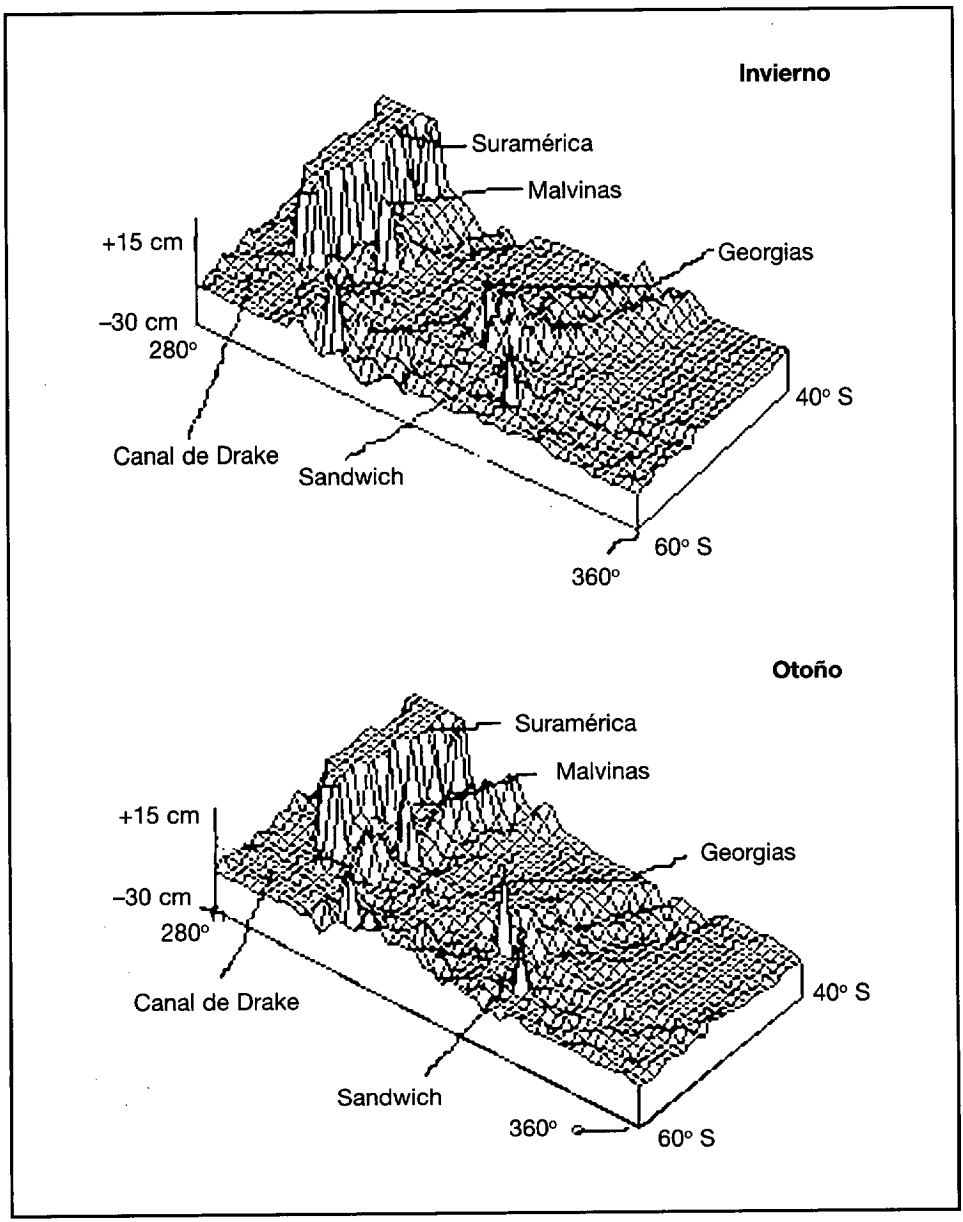


Figura 15.– *Variaciones estacionales de la topografía dinámica del océano en el arco del Scotia, CCA, calculado a partir de medidas altimétricas del satélite* Topex-Poseidon. *Puede observarse que las situaciones se repiten en* primavera-verano *y* otoño-invierno, *presentándose en primavera-verano una elevación del nivel del mar, respecto al nivel medio, al norte de las islas Sandwich y una depresión al norte de las Malvinas. Durante* otoño-invierno *la situación aparece invertida.*

Debe notarse que estos procesos dinámicos no son únicos, ya que el efecto Ekman induce un surgimiento que se intensifica en el invierno austral forzado por el viento. Este efecto puede resaltarse teniendo en cuenta que en aquellos años en que la extensión de los hielos se ha extendido sobre una mayor área oceánica han ido seguidos por las mayores recesiones del hielo en el verano austral.

Lo anterior sugiere la retención de grandes cantidades de calor en el océano durante el invierno, que se devuelve en los veranos produciendo la observación de estos amplios deshielos. Consecuentemente, cuanto más hielo se produce más sal se desprende hacia el océano, y una mayor cantidad de calor se retiene en el océano. Analicemos la variabilidad de los diferentes términos que, como hemos indicado, influyen en el balance de la variación del intercambio de calor neto en el océano Austral.

El intercambio entre la atmósfera y el océano, aunque se determina básicamente por el ciclo anual de la radiación solar se encuentra influido por la cobertura de la capa de hielo, ya que el flujo de calor oceánico hacia la atmósfera desde la masa de agua superficial abierta, puede exceder en dos órdenes de magnitud al flujo desprendido desde las zonas adyacentes cubiertas de hielo (Gloersen y otros, 1981). Normalmente el flujo de calor océano-atmósfera se dirige hacia el océano en verano y hacia la atmósfera en invierno.

El intercambio de calor entre el hielo y el océano se considera en fase con el ciclo anual de crecimiento y fusión del hielo. En el verano, al fundirse el hielo, el océano pierde una gran cantidad de calor. Un estudio del intercambio de flujo calorífico entre la atmósfera y el océano, muestra que su valor está lejos de justificar la rápida fusión del hielo entre mediados de noviembre y mediados de enero debiendo considerar que, al menos el 50% del calor requerido, se debe al surgimiento inducido por la divergencia Ekman de la superficie oceánica, provocada por el régimen sostenido de vientos.

Se ha detectado la existencia de una capa de temperatura mínima en el verano austral a lo largo de todo el océano Austral, localizada geográficamente en las zonas de máxima extensión de los límites de la banquisa. Esta coincidencia debe correlacionarse con los procesos caloríficos ligados a la fusión del hielo sugiriendo que el intercambio calorífico del océano con el hielo, al menos en esta zona, tan importante como con la atmósfera.

En invierno ocurre el proceso inverso y gran parte del calor latente, debido a la formación del hielo, se entrega al agua que le rodea. Por otra parte la

expansión de la cobertura de hielo actúa como un aislante entre el océano y la atmósfera, que se transfiere al flujo de calor de la capa de agua profunda inducida por efecto Ekman, sobre las aguas superficiales. Este efecto produce una gran reducción de la pérdida de calor del océano o, en un sentido relativo, el océano gana calor durante la congelación y, por tanto, el intercambio calorífico del océano con el hielo varía en sentido contrario a los procesos con la atmósfera.

El flujo de calor hacia el ecuador y los polos afecta físicamente la variación estacional del clima global presentando importantes variaciones entre un océano y otro, estando dirigido en profundidad hacia el polo en el Pacífico, mientras que se dirige hacia el ecuador en el Índico y en el Atlántico (Hastenrat, 1980). En las capas superficiales, sin embargo, la transferencia lateral de calor se dirige hacia el ecuador en todo el océano Austral, ya que la deriva Ekman se dirige permanentemente hacia el Norte. Debe señalarse que el término flujo no coincide necesariamente con la dirección del transporte lateral del calor sino que se define como una variación estacional sobre la media de la zona.

En resumen, la fluctuación estacional de la superficie del mar suele depender, eventualmente, de la importancia relativa del intercambio del océano con la atmósfera y hielo, normalmente opuestos en fase, variando geográficamente el flujo calorífico lateral hacia el ecuador y los polos.

Los estudios de la variación del nivel del mar efectuados a partir de las observaciones de los satélites *Topex-Poseidon* y *ERS* sugieren que los términos flujo lateral e interacción océano-hielo dominan el balance calorífico entre los 60° y 70°, mientras que entre los 35° y 45° S es controlado por la interacción con la atmósfera. En la zona de la ACC la variación del nivel del mar aparece como un fenómeno más complejo, debido a la composición de estos dos procesos opuestos. Sin embargo, el efecto del ciclo solar aparece ligeramente superior al del hielo y la variación del nivel del mar sigue un ciclo estacional, distorsionado por el efecto del ciclo del hielo, figura 16, p. 156.

Conclusiones

En general debe tenerse en cuenta que estos mares australes son una región de intensos vientos, por lo que la respuesta del océano a sus variaciones estacionales pueden ser importantes en función de la latitud, como respuesta a los vientos zonales. Estos cambios en la velocidad del viento

MINISTERIO DE DEFENSA

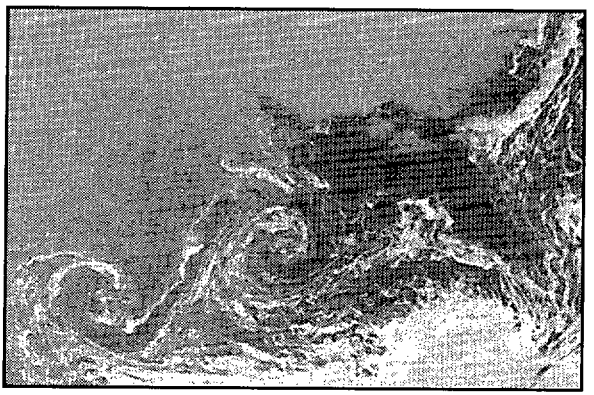


Figura 16.– *Remolinos de mesoescala, de diámetro superior a 100 kilómetros, detectados con el SAR del satélite* ERS-1 *en la banquisa del mar de Weddell hacia el arco del Scotia. Estos grandes remolinos que atraviesan continuamente el océano Austral contribuyen de forma importante al intercambio de calor entre el océano y el hielo y su transmisión hacia el ecuador.*

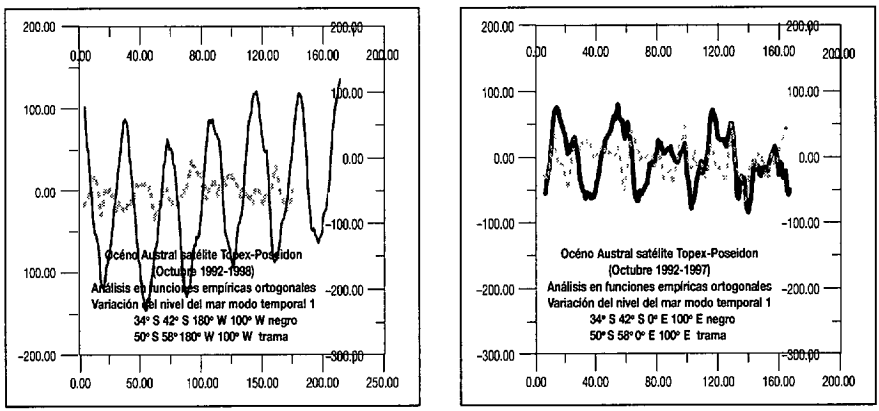
zonal conduce a una variación en el nivel del mar desfasado 180° debido a que cuando aumenta el viento hacia el este, el nivel del mar subirá en las latitudes bajas descendiendo en las altas pudiendo justificar, secundariamente, a la oposición en fase observada entre la frontera oeste de la corriente (WBC) y la zona estacional de la banquisa (SSI).

En el océano Austral la variación del nivel del mar y de la banquisa aparecen fuertemente correlacionadas, debido al intercambio de calor entre los hielos y las masa de agua. Una parte considerable de la complejidad observada en la variación del nivel del mar en el océano Austral puede deberse a este efecto de acoplo, figura 17.

La variación del nivel del mar en el océano Austral, la banquisa y sus interacciones, pueden tener un importante impacto en el clima regional y global.

Los vientos del oeste en la banda de latitudes australes 50° a 65°, son los más fuertes registrados en los océanos. Las observaciones efectuadas por los radares altimétricos de los satélites confirman la importancia de las componentes anual y semianual, de este régimen de vientos, sobre la ACC.

El análisis en funciones empíricas ortogonales de las observaciones de los altímetros de los satélites muestran que la compleja estructura espacio-temporal se puede descomponer, fundamentalmente, en las aportaciones de los primeros modos relacionados con la variación anua y semianual de corrientes zonales, cruzadas por importantes remolinos de mesoescala. Es conveniente destacar el hecho de que la ACC no es particularmente rápida, no superando los 0,2 metros^{-1}, lo que hace que la señal dinámica asociada sea de pequeña amplitud. Sin embargo, es muy profunda, lle-



Océno austral
Análisis en funciones empíricas ortogonales de la variación del nivel del mar
Autovector 1

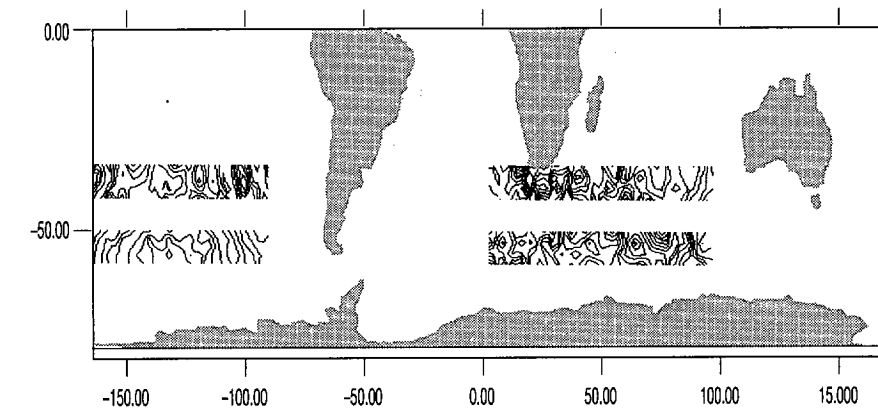


Figura 17.– *El análisis en funciones empíricas ortogonales de la serie temporal de medidas del nivel del mar, efectuada por los satélites de observación de la Tierra, permite descomponer su variación en el tiempo (modos teporales) y en el espacio (autovector). En la figura se presentan los resultados de las observaciones de los satélites* Topex-Poseidon, ERS-1 *y* ERS-2 *en el océano Austral. Las observaciones en el océano Índico, entre 0° y 100° E y océano Pacífico, entre 34° y 42°, de latitud sur muestran, al norte de la corriente circumpolar, en la zona de convergencia una variación temporal, variable con carácter anuo definido por la interacción entre la atmósfera y el océano. Esta variación varía espacialmente según muestra el autovector correspondiente al modo 1, influidos por los sistemas de corrientes oceánicos e interacciones regionales. Al sur de la corriente circumpolar, entre 50° y 58°, disminuye la importancia de la interacción atmósfera-océano, quedando especialmente influida por la interacción hielo-océano y el paso de los grandes remolinos de mesoescala que atraviesan la zona. El estudio de estas interacciones es el mecanismo fundamental para estudiar los procesos de flujo de calor entre el Antártico y el ecuador.*

gando a alcanzar los 4.000 metros, lo que la convierte en la responsable del transporte del mayor volumen de masa oceánica a escala global. La profundidad de esta corriente justifica la localización geográfica de las altas concentraciones de energía que representan los remolinos que se detectan y cuya razón física debería quizás buscarse en los esfuerzos producidos por factores no climatológicos relacionados con la fricción de las masas oceánicas profundas con la accidentada batimetría del fondo marino regional. Clara muestra de lo anterior lo constituye la concentración de energía situada al sur de las islas Malvinas, coincidiendo con la posición que geográficamente se corresponde con el arco del Scotia y la situación detectada al noreste de las islas Sandwich probablemente relacionada con la interacción con la cordillera del centro del océano. Este interacción con la batimetría ya ha sido planteada por otros autores (Chelton, 1990), (Gill, 1994) (Treguier y otros, 1990).

BIBLIOGRAFÍA

AVISO. *AVISO CD ROM User Manual: Merged Topex/Poseidon Products.* AVI-NT-02-100-CN. of Geophys. Res (Oceans). 1992.

CHELTON, D. B., SCHLAX, M. G., WITTER, D. L. y RICHMAN, J. G.: «Geosat altimeter observations of the surface circulation of the Southern Ocean». *J. Geophys. Res* número 95, pp. 17.877-17.903. 1990.

CLARKE, A. J.: «The dynamics of large-scale, wind-driven variations in the Antarctic Circumpolar Current» *J. Phys. Oceanogr* número 12, pp. 1.092-1.105. 1982.

GILL, A. y MILLER, P. «The theory of seasonal variability in the ocean Deep Sea» *Research* número 20, pp. 147-177. 1973.

GORDON, A. L.: «Structure of Antarctic waters between 20° W and 170° W» Antarctic Map Folio Ser, folio 6, edited by V. Bushell, Am. Geogr. Soc. Nueva York, 1967.

- «On the interaction of the Antarctic Circumpolar Current and the Macquarie Ridge, in Antarctic Oceanology II» *The Australian-New-Zeland Sector, Antarctic Res. Ser.*, vol 19, edited by D. E. Hayes, pp. 71-78, AGU. Washington, D.C., 1972.

GORDON, A. L., MOLINELLI, E. J. y BAKER, T. N.: *Southern Ocean Atlas,* Columbia University Press. Nueva York, 1982.

HASTENRAT, S.: «Heat budget of tropical ocean and atmosphere» *Journal of Physical Oceanography* número 10, pp. 159-170. 1980

HOFFMAN, E.: «The large-scale horizontal structure of the Antarctic Circumpolar Current from FGGE drifters». *J. Geophys. Res.* número 90, pp. 7.087-7.097. 1985.

JACOB, G., BORN, G., PARKER, M. y ALTEN, P.: «The global strutue of the annual and semiannual sea surface height variability from Geosat satellite data Fournal» *Geophysical Research* número 97, pp. 17.813-17.828. 1992.

JOYCE, T. M. y PATTERSON, S. L.: «Cyclonic ring formation at the Polar Front in Drake Passage» *Nature* número 265, 131-133. 1977.

LARGE, W. G. y LOON, H. VAN: «Large scale, low frequency variability of the 1979 FGGE surface buoy drifts and winds over the southern hemisphere» *J. Phys. Oceanogr* número 19, pp. 216-232. 1989.

NOWLING, W. D. jr. y CLIFFORD, M.: «The kinematic and thermohaline zonation of the Antarctic Circumpolar Current at DrakePassage». *J. Mar. Res.* número 40S, pp. 481-507. 1982.

NOWLING, W. D. jr. y KLINCK, J. M.: «The physics of the Antarctic Circumpolar Current» revista *Geophys* número 24, pp. 469-491. 1986.

OLBERS, D., GOURETSKI, V., SEISS, G. y SCHRÔTER, J.: *Hydrographic Atlas of the Southern Ocean.* Alfred Wegener Institute, Bremerhaven, Alemania, 1990..

ORSI, A. H.: «On the extent and frontal structure of the Antarctic Circumpolar Current». Ph. D. thesis, Texas A y M University, College Station, Tex. 1993.

PATTERSON, S. L.: «Surface circulation and kinetic energy distributions in the southern hemisphere oceans from FGGE drifting buoys» *J. Phys. Oceanogra.* número 15, pp. 865-884. 1985.

PETERSON, R. G. y WHITWORTH, T.: «The subantarctic and polar fronts in relation to deep water masses through the southwestern Atlantic.». *J. Geophys. Res.* número 94, pp. 10.817-10.838 1989.

WEARN, R. B. jr. y BAKER, D. J. jr.: «Bottom pressure measurements across the Antarctic Circumpolar Current and their relation to the wind». *Deep-Sea Res.* 27A, 875-888, 1980.

WHITWORTH, T. III: «Monitoring the transport of the Antarctic Circumpolar Current at Drake Passage». J. *Phys. Oceanogr.* número 13, pp. 2.045-2.057. 1983.

WHITWORTH, T. III y PETERSON, R. G.: «Volume transport of the Antarctic Circumpolar Current from bottom pressure measurements». *J. Phys. Oceanogr.* número 15, pp. 810-816. 1985.

WHITWORTH, T. III, NOWLIN, W. D. jr., y WORLEY, S. J.: «The net transport of the Antarctic Circumpolar Current through Darke Passage». *J. Phys. Oceanogr.* número 12, pp. 960-971. 1982.

WEARN, R. B. y BAKER, D.: J. «Bottom pressure measurements across athe Antarctic Circumpolar Current and their relation to the wind», *Deep Sea Res.,* Part A, número 27, pp. 875-888. 1980.

WOLFF, J. y OLBERS, D.: «The dynamical balance of the Antarctic Circumpolar Current studied with an eddy-resolving quasi-geostrophic model, in Mesoscale/Synoptic Coherent Structures in Geophysical Turbulence». *Elsevier Oceanogr. Ser.* número 50, pp. 435-458, edited by J. C. Nihoul. Elsevier, Nueva York, 1989.

ZWALLY, H., COMIRO, J., PARKINSON y CAMPBELL, G.: P*assive microwave observations NASA-SP459.* Washington.

CAPÍTULO QUINTO

LÍNEAS DE ACCIÓN A DESARROLLAR EN EL CONTINENTE ANTÁRTICO

LÍNEAS DE ACCIÓN A DESARROLLAR EN EL CONTINENTE ANTÁRTICO

Por PEDRO RAMÍREZ VERDÚN

Geopolítica antártica

Al continente antártico podemos considerarle como lo suficientemente extenso para gozar de unas características y funciones singulares que se presentan e influyen sobre el resto del mundo:

> «Su visión estratégica sólo puede expresarse en términos globales y en función de su situación geográfica, movimiento y elementos políticos sociales (recursos, científicos, comerciales) que existen en el área» (*Geografía y política, en un mundo dividido,* S. Bernard Cohen).

A lo largo de la historia de la humanidad ha sido patente como opina Alain Corin: la repulsión visceral de los humanos por los océanos, aunque los haya empleado: para navegar, el comercio o la guerra una vez dominado gracias a los progresos de la navegación, a partir del siglo XIX el mar ya no fue inquietante, igualmente ocurre hoy con el continente blanco.

Los últimos acontecimientos mundiales: políticos, sociales, técnicos (caída del muro de Berlín, la globalización, las desigualdades Norte-Sur y otros) y lo que es mucho más importante lo que expertos estrategas justifican: la secular «atracción de las tierras por los mares» y los esfuerzos de aquéllas por apoderarse de éstos, aprovechando tan intensamente como se puedan sus riquezas. El océano Antártico situado en la última frontera es rico en recursos marinos así como el continente, ambos con

su problemática de supervivencia en todos los aspectos, muy atractiva de resolver para las posibilidades de cualquier país desarrollado, guardan bajo sus aguas y hielos un elevado potencial energético que interesa a la comunidad mundial.

En el discurso sobre la situación mundial después de la guerra fría, numerosos analistas destacan el paradigma de:

> «La globalización: de la economía, las finanzas, la ecología, la estrategia y la política para explicar los fenómenos actuales.»

Una fecha y un acontecimiento simbolizan esta toma de conciencia planetaria (Daniel Colard, *Revista de Defensa Nacional,* febrero 97):

> «La primera cumbre de la tierra que tuvo lugar en Río de Janeiro en junio del 92, bajo el auspicio de Naciones Unidas, y que se volcó sobre los problemas del medio ambiente y el desarrollo.»

La internacionalización de los intercambios comerciales y científicos entre otros, ha desarrollado las interdependencias de los Estados en todos los dominios, de ahí la cooperación y la contribución a la promoción de enlaces internacionales y multinacionales de tanto interés en el área que vamos a estudiar.

Todo lo anteriormente sucintamente expuesto desemboca en un sistema de relaciones internacionales que podemos llamar a tres bandas: la sociedad de los Estados o interestatal que permanece en la estructura base, la sociedad multinacional compuesta de flujos, redes, interconexiones, y la sociedad global que se superpone a las dos primeras y las engloba. A cada uno de los niveles señalados corresponde un soporte: diplomático-estratégico, económico-financiero, ecológico-tecnológico, etc.

En los albores del nuevo siglo, España debe tener en cuenta las evoluciones del mundo que le ha tocado vivir. El nuevo concepto de frontera, ha quedado definido por:

— Los nuevos criterios de desarrollo económico y científico que permite alianzas para asegurar el intercambio comercial, cultural y técnico en todas direcciones.
— Una libertad crítica y el renovado sistema de valores humanos.
— La siempre inquietante tendencia al enriquecimiento del Norte respecto al Sur y el desarrollo de las comunicaciones.

España y su proyección iberoamericana tienen mucho que aportar en ese sentido al nuevo siglo. Participa del Norte y del Sur, defendiendo en el área

en cuestión un sistema de vida absolutamente occidental pero con características singulares, como las influencias latinas, en un mundo notablemente influido por la cultura y técnicas anglosajonas.

Una línea permeable pero inequívoca se levanta al sur del Atlántico que permite establecer una frontera, en absoluto cerrada, como límite del que se ha venido en llamar océano iberoamericano. El idioma castellano al sur del ecuador puede transmitir ese modo de vida occidental antes aludido, allí donde nuestra comunidad se creó y se multiplicó, dando un sentido ibérico al inglés como contraste de valores, en que sólo la suma es positiva.

Universidades de este lado del Atlántico en la vieja Europa y al otro lado; en Argentina, Chile, Brasil y Uruguay entre otras, aportan a esa frontera ese especial modo de entender la ciencia en el cual se entronca toda la familia iberoamericana. La investigación científica y su proyección multirracial que resulta ser el área del Atlántico Sur debe manifestarse proyectándose sobre el continente blanco.

Desde otro punto de vista, no debemos olvidar que la zona antártica, en suma el continente, es reclamado por los países del Atlántico Sur: Argentina y Chile por razones de la prolongación territorial y como consecuencia de la herencia recibida de España y Portugal, en este segundo aspecto destacamos: la importancia del Tratado de Tordesillas. Hemos de señalar que la adhesión al Tratado Antártico congela las reclamaciones territoriales anteriores a su promulgación y no admite las nuevas. La comunidad internacional o ha negado expresamente su reconocimiento a estas declaraciones de soberanía nacional, son siete países los reclamantes, o las han ignorado, es el caso de Estados Unidos y la antigua Unión Soviética.

El resto de países principales (hemos anotado anteriormente siete) primeros signatarios del Tratado, también reclaman territorios por diversos argumentos como: Australia desde 1880 y posteriormente en 1933 como heredera de los derechos británicos sobre el llamado: territorio antártico australiano. Francia a partir de 1911 después de aclarar con el Reino Unido: que su interés sobre el territorio tierra de Adelia parte de la expedición de Dumont d'Urville en 1840. Las actividades balleneras de Noruega durante los años 1927 al 1937, sirvieron para que ésta reclamara parte de la costa del mar de Weddell. África del Sur también las manifiesta: por sus exploraciones sobre las islas de Marion y Príncipe Alberto y a partir de 1948 por transferencia de soberanía inglesa. Gran Bretaña las asume como pionera de las expediciones desde Cook 1775, hasta las de

Shackleton realizadas durante casi una década, la última heroica del *Discovery* y ha mantenido siempre la reivindicación sobre parte de la Antártida insular e incluso continental. Igualmente ocurre con Nueva Zelanda, que reivindica la dependencia de Ross de acuerdo a una ordenanza británica de 1923.

La piedra angular del Tratado es por lo tanto, su artículo IV, que reconoce que: la cuestión de soberanía es insoluble. Su ambiguo significado se ha venido interpretando de diferentes maneras, cabe definir al continente como *Terra Communis* para toda la humanidad, o bien como *Terra Nullius* excluyendo para todos la propiedad de éste. El artículo IX define lo que se ha venido en llamar partes consultivas (aquellos países con actividades sustanciales de investigación científica antártica) y un segundo nivel partes no consultivas (Estados que no realizan tareas de investigación en el continente blanco pero acatan y ratifican los términos del Tratado).

En los factores climáticos reside gran parte del interés que este continente ha despertado en la comunidad internacional, lo que ha tenido repercusiones desde el punto de vista geopolítico. Hay un gran interés internacional por las variaciones del clima global, y así lo demuestra la preocupación por el llamado efecto invernadero y la disminución de la capa de ozono en las partes altas de la atmósfera, ambos fenómenos relacionados entre sí y a la vez con la Antártida. Algunos países han cuestionado el sistema del Tratado Antártico basándose en estos aspectos entre otros, alegando: legitimidad a participar en el proceso de decisión en aquellos temas que estén relacionados con el clima, en la profundización de su estudio, o las experiencias científicas que incidan sobre los factores climáticos, al margen de ser parte consultiva, por no cumplir los requisitos del Tratado.

El aislamiento antártico, debido, entre otras circunstancias: a la dificultad de la navegación de los mares que circundan, las condiciones meteorológicas así como a su situación geográfica, confiere al continente, una singular importancia geopolítica, y dentro de ella una muy especial al estrecho de Drake y al cabo de Buena Esperanza. El primero, comprendido entre el cabo de Hornos y la península Antártica, tiene una anchura aproximada de 400 millas náuticas; sus características más importantes son su profundidad y la existencia de iceberg en la zona que hacen la navegación en superficie y bajo el mar complicada pero no imposible. En su entorno se encuentra el mar de Escocia (mar Argentino) limitado por los archipiélagos de la Tierra de Fuego, Malvinas, Georgias del Sur, Sandwich,

Orcadas y las más interesantes de ellas las Shetland del Sur que como avanzadas del continente antártico son la puerta más importante para llegar a éste. El segundo se sitúa a 2.000 millas náuticas, pero Suráfrica dispone de las islas de Marion y Príncipe Eduardo a 900 millas al SW del continente, lo que le da un valor añadido desde el punto de vista geopolítico al Cono Sur Africano, en especial si se cierra el canal de Suez. Por otro lado los puertos de punta Arenas en la salida de Magallanes al Pacífico (Chile) y Ushuaia en el Beagle (Argentina) así como sus aeropuertos, son bases de partida para el continente antártico y paso único con los estrechos fueguinos, sí queda neutralizado el canal de Panamá, del Atlántico al Pacífico por el cabo de Hornos.

Todo ello nos permite entender las razones por las que Reino Unido gastó más de 6.000 millones de dólares para restablecer su soberanía sobre las Malvinas y por otra parte Estados Unidos, en aquel momento, no podían sin inquietud dejar en manos de argentinos y chilenos la posibilidad de controlar el paso por el Drake único camino hacia el Pacífico de la Navy si fracasara Panamá como afirmamos anteriormente.

También podemos comprender por que Chile disputó a Argentina el canal del Beagle buscando su salida al Atlántico, que junto con el estrecho de Magallanes, otro punto clave, en el paso del Atlántico al Pacífico, configuran un conglomerado de intereses que se proyectan sobre el continente blanco.

La Antártida es en sí misma un valor estratégico y político fundamental ya que, por su situación geográfica permite el control de vías aeronavales y por sus condiciones meteorológicas es un regulador del clima en el hemisferio sur e incluso en el mundo. Estamos viendo en toda clase de publicaciones el grito de alarma de la comunidad científica por el agujero de ozono, lo hemos anotado anteriormente, además posee reservas naturales de todo tipo y en sus costas e islas se pueden situar asentamientos que en cualquier momento pueden usarse como apoyo a acciones de todo tipo.

Los cambios habidos en la política exterior española en los últimos 25 años han supuesto una revolución de lo acontecido durante el presente siglo, el ingreso de España en las organizaciones internacionales de ámbito global y regional en materias como: la economía, la investigación y otras; al mismo tiempo que la integración en la Comunidad Iberoamericana de Naciones, en la Comunidad Económica Europea y en la Unión Europea Occidental, han supuesto los hitos más importantes en la actividad de asuntos exteriores de nuestra reciente historia, ello ha represen-

tado pasar de una política individual y aislada de las naciones de nuestro entorno, a una de integración, y lo más importante de cooperación en todos los campos, en especial en la colaboración científica que ahora nos interesa. Por otro lado la integración ha coincidido con el momento de cambio más imprevisible y emocionante de la segunda mitad del siglo: el fin del viejo orden mundial.

El Tratado Antártico ha creado un ambiente de participación en tareas de toda índole, que se llevan a cabo en el continente sin precedentes: intercambios y vías de cooperación con hombres de ciencias del mundo entero. El continente blanco se concibe hoy día como patrimonio común de la humanidad criterio que refleja que éste no puede ser sujeto de apropiación por ningún Estado, como afirma Alberto Luis Daverede (del Ministerio de Asuntos Exteriores y Culto de Argentina, director general de la Antártida 1989):

> «Que va más allá al declararla: *res communis* y propiciar en ella la vigencia de un régimen internacional que facilite su utilización a través de órganos centralizados en beneficio de todas las naciones.»

Conceptos como: territorio sujeto a soberanía estatal, existen zona reclamadas al mismo tiempo por tres Estados, o bien territorio sometido a soberanía territorial, es imposible que las condiciones geofísicas permitan el asentamiento humano sin ningún apoyo exterior como exige el Derecho Internacional y por lo tanto son últimamente rechazados.

España es miembro consultivo desde la reunión de París de 1988, llevando a cabo expediciones oceanográficas, trabajos de investigación en diversas áreas de las ciencias, algunas de ellas conjuntamente con países de la Comunidad Europea o Iberoamericana (meteorológicas, vulcanológicas, medicina o biológicas, etc.).

Con la aceptación de España como miembro consultivo, el interés de la investigación antártica, que hasta entonces estaba ceñida a un pequeño grupo de investigadores pioneros en estas actividades, ha pasado a ampliarse hasta alcanzar un nivel nacional. El Programa Nacional Antártico permite que todos los grupos con inquietudes de investigación en la zona encuentren su marco de coordinación científica y el respaldo económico y el apoyo logístico necesario para su trabajo, en estos dos últimos aspectos se debe desarrollar la acción militar en el área.

La presencia de países de la Comunidad Europea permite a la vez una actuación más positiva para nuestra nación en el Tratado, los convenios

de investigación científica que la propia comunidad propone lo propicia, lo cual permite aunar esfuerzos y abaratar costes, con lo que con lo que también las actividades logísticas son más factibles.

Todos los países signatarios del Tratado buscaron en éste, en principio, reconvertir la situación explosiva de reivindicaciones territoriales, de situaciones políticas unilaterales y divergentes, en un marco objetivo y flexible, fundado en la libertad de acceso y de investigación científica, este paso fundamental en la convivencia antártica, garantiza la situación actual del Tratado, da lugar a estudios y moratorias en todos los ámbitos de la explotación del continente blanco y sobre todo posibilita los convenios de investigación científica así como evita la investigación contra natura.

El mundo de hoy con sus «autopista de la información», no es ya un mundo aislado, ese tiempo ha pasado y en la «aldea global» aparece un valor añadido: el medio ambiente como elemento a considerar de valor, al menos, geopolítico. La defectuosa actuación de un tercero en este campo y en especial en el continente antártico produce un impacto medioambiental negativo que perjudica globalmente, ya que para la contaminación no existen fronteras, este impacto afecta a la salud de la población, a las actividades económicas y en especial a la naturaleza.

Es importante considerar la gran trascendencia que se concede al impacto humano en el marco global del «medio ambiente». Por otro lado países como China ya decía en 1985:

> «Realizar actividades con el objetivo de contribuir a la utilización por la humanidad con fines pacíficos» (Bruselas 7-8 octubre, Reunión XIII, del Tratado). Reconoce también el valor de éste «que congela las reivindicaciones territoriales sobre la Antártida, evitando que se convierta en un escenario de discordia internacional», al mismo tiempo y en la misma reunión consultiva Estados Unidos destacaba que, «El recurso más importante del continente blanco es el conocimiento del propio continente» (señor Tucker Scully).

En el Aula Antártica celebrada en Madrid en 1988 el representante francés en su conferencia destacaba la importancia de la defensa del medio ambiente y mantener su influencia en los llamados recursos antárticos.

En el principio de los años noventa, encontramos preocupación en gran número de foros internacionales, destacamos:

> «La preocupación por la importancia y repercusión que pueden tener los recursos antárticos.»

En el seno de la Organización de la Unidad Africana. Posteriormente han aparecido publicaciones y en ello ha tomado especial protagonismo Nueva Zelanda en dos asuntos importantes: la atención a la actividad privada en la Antártida como el turismo y en este último año la lucha por evitar las capturas de pesca dentro del paralelo 60°. Con el Protocolo al Tratado Antártico sobre protección del medio ambiente queda éste debidamente protegido, y en su artículo 2 se designa a la Antártida como reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia. España lo ha ratificado recientemente.

Es muy difícil determinar el estado moral de un ejército cuando las ideas fuerzas, sobre la realidad social de su utilidad hoy imperante en el mundo van por otro camino, es necesario por un lado, un impulso o salto de modernización orientado hacia la tecnología del siglo XXI y así junto con las revisiones que ha sufrido, captar el interés de la población española, por otro lado la aparición de nuevas amenazas en nuevos escenarios obliga a replantearse, sin abandonar su fin último, no sólo renovadas estrategias sino la búsqueda de otros caminos donde ser útil a la sociedad a la que se pertenece sin perder de vista su propia razón de ser, lo que consideramos fundamental. Es en este sentido donde los Ejércitos pueden encontrar otro de los múltiples motivos para trabajar en apoyo de nuestros científicos en el área antártica como ya está ocurriendo en otro orden de la vida de los pueblos, acciones humanitarias, socorro, misiones de paz, etc.

Al mismo tiempo como afirma el profesor don Ignacio Sotelo en su artículo: «Elementos para una idea de Europa», p. 31, del libro *Europa en la encrucijada* (Seminario de Investigación para la Paz):

> «Nos tropezamos así con otro rasgo peculiar de Europa, la capacidad de salirse de sí misma, de expandirse por todo el Planeta. Europa se hace justamente con la expansión ultramarina. No han sido las otras grandes culturas las que hubieran llegado a Europa: Son los europeos los que inventaron América o arribaron a la India y Japón» y añadimos nosotros y al continente antártico.

Los intereses nacionales según Samuel P. Huntington:

> «Son un bien público que concierne a todos, éstos normalmente combinan asuntos y materias de seguridad por una parte y por otra: morales, éticos y sociales» («Intereses Nacionales y Unidad Nacional», *Revista de Política Exterior* número 61, enero-febrero 1998).

Las Fuerzas Armadas deben participar, con las prioridades lógicas, en cuantas actividades faciliten su incorporación, con un objetivo claro, defenderlos o apoyarlos desde todos los puntos de vista.

La proyección del llamado esquema defensivo: Baleares-Península-Canarias, que describió claramente el general Santos Bobo en 1986 en la revista *Ejército*, es importante que se considere, en su valor real, su prolongación en el Atlántico Sur, allá donde las naciones de la Comunidad Iberoamericana buscan su lugar al Sol. Si analizamos el valioso despliegue antártico de los países del Cono Sur Americano y su potencial de colaboración individualmente con España y dentro del marco de la Unión Europea, se puede establecer un sinnúmero de posibilidades de líneas de acción estratégicas, especialmente logísticas, en todo el continente antártico.

Si la búsqueda de la paz se convierte en objetivo de las sociedades o al menos en unidad de doctrina para el núcleo esencial de los más poderosos, para que los Ejércitos sean exclusivamente instrumentos de la paz, deberán cumplirse tres premisas o condiciones fundamentales según el general Carmelo Medrano (revista *Ejército*, «Los valores militares en la sociedad del futuro»):

> «La primera: que las sociedades a que sirven continúen otorgándole su confianza. La segunda: que el código moral que inspire las relaciones entre sociedades se base en el respeto mutuo, el desarrollo equilibrado, la cooperación. Y la tercera: que éstas sean capaces de forjar y alimentar en su componente humano, desde la juventud hasta la vejez, la ilusión por una empresa sugestiva y esperanzadora en común.»

Es importante anotar que la historia antártica española tiene como fecha especialmente significativa el 18 de marzo de 1982 día en que tuvo lugar nuestro ingreso en el grupo de países líderes en la actividad antártica. El instrumento de adhesión acompañado del texto del Tratado Antártico fue publicado en el *Boletín Oficial del Estado* número 152 de 26 de junio de 1982 p. 17.615. Tesis doctoral Juan Batista, aunque este mismo autor en su artículo publicado en la *Revista General de Marina* 1985 titulado: «España en el Tratado Antártico» aseguraba que:

> «No sería útil esta adhesión si no se acometía el cumplimiento de las condiciones del artículo IX del Tratado, la segunda de las cuales obliga a: demostrar su interés en el continente mediante la realización en este de investigaciones científicas importantes, el establecimiento de una estación científica o el envío de una expedición de la misma índole.»

Las Fuerzas Armadas en especial el Ejército de Tierra y la Armada han estado presente, de una manera o de otra, desde aquel momento en la consecución de ese gran objetivo.

Una ponderada realidad, ya contrastada, nos lleva a pensar que es posible proyectar en el área antártica estos potenciales de eficacia y seguridad que suponen las Fuerzas Armadas. No debemos dejar de tener en cuenta la acción multidisciplinar que supone actuar en el continente blanco, y que por otro lado España posee en sus Ejércitos como: capacidad de navegación aérea de todo tipo, de actuación promovida por su experiencia y ejecución de actividades terrestres en zonas inhóspitas, así como aptitud para la navegación en aguas poco propicias por carecer de elementos de referencia (como adecuadas cartas marinas), y a la vez aportar una gran capacidad investigadora útil para el ser humano.

Es importante considerar desde la perspectiva histórica que nos dan los años en que España ha permanecido en el Tratado Antártico, de una u otra manera, lo que piensan países allí integrados y con suficiente capacidad para influir en el resto del mundo y que por su importancia política arrastran detrás de ellos otros muchos, sin lugar a dudas aprecian nuestra labor y consideran nuestra postura eminentemente positiva.

No olvidemos que la Antártida es un ámbito de entendimiento y de cooperación universal y la aportación debe responder a los siguientes aspectos:

a) Exactitud científica, aportando debidamente ordenados y contrastados cuantos datos puedan configurar la actividad de España y de sus hombres y sus mujeres en el conjunto geográfico delimitado por el Tratado Antártico.

b) Actitud ecumenista, rechazando todo maximalismo particularista y usando la investigación científica no como un instrumento de reivindicación, sino como medio de llenar el vacío histórico de nuestra investigación en las tierras y hielos antárticos.

Logística antártica

Las dificultades notables que presenta el continente blanco para aquel que pretenda desplazarse o vivir en él pueden llegar a ser insalvables, lo que da lugar a que sea la logística la actividad fundamental para garantizar la vida y el movimiento en el área. Más del 99% de la Antártida es un desierto helado barrido por el viento, con un clima más seco que el Sáhara y cubierto por una capa de hielo cuyo espesor medio se calcula de media

en 2.000 metros. Esto significa que es el área del Globo con mayor altura media. Las condiciones climáticas alcanzan niveles extremos. El día 21 de junio de 1983 se registró en la que era la base soviética de *Vostok* (a 1.000 kilómetros del polo sur geográfico) una temperatura mínima de –89 °C; en la base francesa de *Dumont d'Urville* se registraron vientos con velocidades de más de 310 kilómetros/hora en julio de 1972. En general las temperaturas descienden progresivamente al penetrar en el interior del continente hasta alcanzar el mínimo de la Tierra en la base aludida de *Vostok* lugar que se denomina polo frío terrestre.

El océano Antártico y su área de influencia forman un círculo alrededor del continente, que abarca 66-70° S hasta los 40° S con una anchura aproximada de 3.000 kilómetros de media. La frontera entre este océano y el resto de los mares de la tierra y continentes está marcada por el límite hidrológico que supone la convergencia antártica definida por los 60° S y durante el invierno la superficie sólida del continente hasta esa latitud se prolonga a causa del hielo.

El relieve del continente y en los archipiélagos adyacentes presenta pocas playas aptas para el desembarco, sus orillas presentan rompientes y en algunos casos bloques de hielo sueltos (escorias) que dificultan enormemente las tareas de playas, en especial de movimientos de materiales pesados, no existen muelles con calado suficiente, salvo excepciones, como en Mc Murdo en el mar de Ross y las infraestructuras en ese aspecto son muy limitadas, es posible tomar tierra en zonas de glaciales que exigen gran pericia y dominio, las tareas de desembarco se tienen que abordar desde distancias no inferiores normalmente a 100 metros empleando botes, falúas o vehículos de desembarco en aquellas bases dotadas de buenas infraestructuras.

La actividad antártica desde el punto de vista geográfico presenta también matices diferentes según se sitúe en lo que se ha dado en llamar Antártida insular, que presenta zonas sin hielo, o bien la propiamente dicha continental, cubierta de hielo permanentemente, la problemática que presentan una y otra zona son parecidas en algunos casos pero totalmente distintos en otros, estas premisas obligan en cierta medida a que el despliegue de asentamientos antárticos se sitúen en las costas insulares o continentales, salvo excepciones que son llevadas a cabo por los países más poderosos e influyentes como Estados Unidos que dispone en pleno polo sur de la base *Amudsen-Scott* o la rusa de *Vostok* en el polo frío de la Tierra, anteriormente ya citada.

Es importante señalar la posibilidad del establecimiento de estaciones temporales lanzadas desde bases estables para determinadas actividades científica, esto da lugar a la dificultad mayor de su aprovisionamiento, aunque añadimos resultan muy útiles para la investigación. Las condiciones meteorológicas son mucho más adversas en el invierno, lo que hace imposible el acceso a los asentamientos en este periodo; la congelación de la superficie del océano impide la navegación y los fuertes vientos y las temperaturas extremadamente bajas imposibilitan el acceso por vía aérea, asimismo no es igual mantener una actividad próxima a las costas insulares que en el continente ya que las condiciones ambientales en uno y otro caso son distintas, a señalar que en la costa continental y en las islas adyacentes predominan los días nublados, en el interior del continente luce más el Sol. Las temperaturas de los archipiélagos antárticos oscilan en época estival entre: 5° y –10° y en la costa continental entre 0° y –20°, en casos de tiempo estable.

Un planteamiento adecuado para la actuación en el área exige en primer lugar contar con los medios que faciliten la aproximación, aviación de ala y de hélice, buques adecuados con capacidad para navegar en zonas donde aparecen hielos constantemente y medios terrestres que permitan en definitiva el transporte y posterior asentamiento en las condiciones ambientales referidas anteriormente. Los tres sectores terrestre, naval y aéreo pueden aportar tecnología propia y con ello el primer dato sobre el interés de la Antártida como campo de pruebas de avances tecnológicos que cubran estos aspectos.

Los países miembros del Tratado de una forma u otra aprovechan los posibilidades militares para el apoyo logístico (aéreo, naval o terrestre), sin desdeñar los facilitados por organismos civiles; donde más se emplean las Fuerzas Armadas es en los países iberoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, Perú, Uruguay, etc.), en este sentido existe una comunidad militar que habla en castellano lo que facilita los contactos para los convenios de colaboración logística. No obstante las relaciones internacionales aconsejan, para mejor coordinación y eficacia, establecer enlaces con los organismos responsables de la acción antártica de cada país.

El potencial logístico antártico de algunos países iberoamericanos en el área está basado en tres pilares fundamentales: flota antártica y despliegue terrestre de bases, destacamos por su importancia el tonelaje bruto naval que supera las 30.000 toneladas, al mismo tiempo la capacidad aérea es considerable si tenemos en cuenta los aeródromos existentes,

entre otros: en la isla de Rey Jorge, archipiélago de las Shetland del Sur, base *Teniente Marsh-Frei* de Chile o el situado en la península Antártica base *Vicecomodoro Marambio* de Argentina, el despliegue terrestre es mucho mayor y se sitúan las bases en la península Antártica y en los archipiélagos adyacentes (activadas a lo largo de todo el año).

España puede aportar una buena infraestructura logística disponible en los tres Ejércitos: capacidad de transporte aéreo, naval y terrestre, tecnología de fabricación en establecimientos y habitáculos que permiten los alojamientos en condiciones óptimas de habitabilidad y confortabilidad así como en el resto de materiales, vestuario, equipo, máquinas y apoyo sanitario necesarios para el desarrollo de la vida en la zona.

La dificultad de disponer acumulados *in situ* de abastecimientos y medios en gran número como ocurre en el resto del mundo habitado, es otra de las dificultades añadidas a la acción logística, el propio Tratado participa de la idea muy positiva de evitar masificaciones de toda índole sobre las tierras del continente blanco, ello da lugar a un aporte de soledad en las actividades sobre el área, este reto hace más atractiva la acción pacífica de la organización militar perfectamente adaptada a este marco de supervivencia.

Es fundamental planear en el ámbito del Tratado, el apoyo logístico antártico en el marco de las funciones directivas de coordinación y control, sin ánimo de prejuzgar las organizaciones que España proyecta y mantiene; en este aspecto queremos destacar que para dar coherencia, armonía y orden que garanticen la consecución de los objetivos previstos (evitando: conflictos, duplicidad y lagunas), debe ser prioritaria la coordinación de esfuerzos en el área. Desde el punto de vista estratégico-logístico, es importante asegurar asimismo la cooperación con los países situados en la zona y con intereses similares a los nuestros, en especial con la Unión Europea y los países iberoamericanos.

Desde el punto de vista científico y logístico creemos tener elementos de juicio suficientes para pensar que las investigaciones en el continente blanco contribuyen en gran medida a aumentar nuestro conocimiento del mundo en que vivimos. Esto es así: por la diversidad de disciplinas que concurren en un tipo de investigación la cual es especialmente interdisciplinar y con específicos apoyos logísticos. La dificultad de acceso y la lejanía del espacio a estudiar obliga a unificar capacidades y recursos y de ahí surge que sean frecuentes las acciones nacionales e internacionales asociadas, tendencia cada día más asumida por todos los países interesados en esas latitudes.

Al mismo tiempo hemos de considerar la posibilidad de la internacionalidad de la propia investigación científica, que permite el intercambio universal de conocimientos individualmente y colectivamente en sus distintos ámbitos, universidades, academias, etc., con la cual hemos lógicamente de contar, sumando otra posibilidad más a la hora de los intercambios y de los apoyos a dar y a recibir desde el punto de vista logístico.

Por otro lado las actividades de todo tipo en el ámbito oficial o privado exige un control de acciones para asegurar su correcto desarrollo en el continente blanco, ese control tiene unas características y unas limitaciones que es necesario tener en cuenta: requiere tiempo las campañas antárticas han de planearse en tiempo al menos de un año para otro, es incómodo para la organización y puede retrasar el funcionamiento orgánico si éste es muy exhaustivo, sin embargo, resaltamos que el control es imprescindible para asegurar la correcta actuación dentro del Tratado y de los acuerdos posteriores como el de Protección sobre el Medio Ambiente. Hemos de tener en cuenta que la eficacia de una organización se mide por la capacidad para detectar errores. Las campañas antárticas pueden desarrollarse en época de verano austral o durante todo el año, siempre de acuerdo con las posibilidades logísticas y necesidades científicas.

Nos parece muy interesante señalar, que un principio del arte militar como la libertad de acción esencialmente estratégico, aporta a la logística; ciencia que trata del movimiento y sostenimiento de las organizaciones humanas, y que adquiere una excepcional importancia enmarcada en el tiempo y en la configuración de las zonas de operaciones, en este caso: un medio tan hostil como el continente antártico, donde la acción humana realiza su presencia, facilitando todo aquello que permita actuar en función de las necesidades de la ciencia y situando los elementos de apoyo allí donde se necesitan, asegurando de ese modo sin impedimentos la presencia y acción investigadora.

Sin aporte material que la sostenga la actividad antártica de toda índole no es más que una aspiración romántica de muy incierta cristalización, no existe libertad de acción si la organización pública e incluso la privada no está dotada adecuadamente y no goza de alternativas con que hacer frente a la situación que siempre estará definida por: el escenario, el continente antártico, los inconvenientes surgidos de su propia condición y los medios propios empleados y en estos últimos la cantidad y la calidad que deben ser adecuadas para garantizar la actuación de aquéllos.

El planeamiento de toda operación logística, no puede coartar el desarrollo técnico de la misma, que se basa en principios específicos entre los que destacamos: la flexibilidad, la oportunidad, la sencillez y la seguridad de actuación, todos requieren un especial instinto operativo pues al planear las incidencias logísticas del marco de actuación, es necesario superarlas mediante una decisión acertada. El segundo principio se muestra más técnico y señala la gestión de recursos en el área, su distribución en tiempo y lugar, posiblemente los depósitos de todo tipo *ad hoc* son una buena solución.

Es necesario señalar la sencillez como lo mejor del sistema planteado, que ha de manifestarse en los planes de organización y en los sistemas logísticos empleados; los responsables de éste deben disponer de una delegación de autoridad que les permitan en el marco diseñado de una efectividad en el cumplimiento de sus misiones, la distancia, diversidad de países y puntos de partida da lugar a dificultades en todo momento que exigen soluciones realizables y eficaces.

La distancia en que se encuentran los centros de suministros los más próximos en punta Arenas (Chile) o Ushuaia (Argentina), o bien la propia España hacen que se determinen necesidades y se decidan abastecimientos imprescindibles con el máximo detalle, es imposible sustituir cualquier elemento, pieza de repuesto o alimento una vez iniciada la temporada de actividad en el continente blanco. Por otro lado los medios de aprovisionamiento que suponen las plataformas navales o aéreas quedan limitados por sus propias capacidades logísticas tanto de transportes como de almacenamiento, idéntico problema supone los propios almacenes y frigoríficos situados en las bases.

Es necesario considerar la experiencia antártica tanto desde el punto de vista de la investigación (que aporta necesidades específicas derivadas de las necesidades de investigación o para ella), como desde el punto de vista técnico y operativo; este bagaje acumulado afianza la seguridad de actuación, principio que enumeramos en párrafos anteriores, que constituye un valor fiable en la programación y actuación logística. A la vez las relaciones internacionales aparecidas al amparo del Tratado Antártico, en especial de cooperación permiten en el campo de la acción logística una prolongación de efectos reales y lograr de esa manera una mayor eficacia de apoyo.

Las evaluaciones de los impactos ambientales de las actividades científicas que se realizan y las de las actividades logísticas relacionadas, son el

principal problema de los países consultivos y que se manifiestan notablemente al materializar una estación o base en territorio antártico. Si bien toda actividad humana produce necesariamente un choque en el medio ambiente, ello no debe ser motivo para impedir las labores en el continente y por lo tanto se ha de mantener la libertad de investigación, así pues, es importante perfeccionar siempre que sea posible los métodos de previsión de aquéllos en cualquier actividad y reducir y controlar las perturbaciones creadas en el medio ambiente. Son las organizaciones nacionales las que mejor pueden evaluar las repercusiones ambientales de sus actividades. El Protocolo al Tratado Antártico sobre protección al medio ambiente (artículo 6 apartado *d)* cita:

> «Celebrar consultas con las demás partes respecto a la selección de emplazamientos de posibles estaciones, y otras instalaciones, a fin de evitar el impacto acumulativo ocasionado por su excesiva concentración en una localidad determinada.»

Hasta ahora la mayoría de las bases se instalaron en sus actuales emplazamientos porque en algunos casos resultaban convenientes por razones políticas, en otros por las de utilidad científica o bien logística, en algunos de éstos aprovechando los establecidos para la pesca de la ballena, y todas sin tener en cuenta los efectos negativos que pudieran surgir para el medio ambiente, hoy día se sitúan conforme a los principios de conservación ambiental expresado en el Protocolo.

Posiblemente fueron los balleneros noruegos cuando empezaron a faenar en el océano Antártico, a mediados del siglo XIX sobre el año 1870, obligados por el incremento de capturas se vieron en la necesidad de búsqueda de asentamientos para el tratamiento del recurso obtenido, algunos de los cuales han dado lugar a las bases científicas actuales como en la isla Decepción en bahía Balleneros (lugar considerado de interés histórico).

A partir del Año Geofísico Internacional se marca un antes y un después en la política de asentamientos antárticos que se consolida con la firma del Tratado Antártico. Estados Unidos que desempeñó un papel muy importante en este tiempo aprovecharon la distensión científica para situarse en una posición permanente en zonas estratégicas importantes entre ellas: *Mc Murdo* (mar de Ross) con capacidad para más de 1.000 personas en verano y unas 200 en invierno, *Wilkes* (tierra de Wilkes, hoy australiana), *Byrd* (tierra de Marie Byrd) y sobre todo la base en el polo sur geográfico *Amundsen-Sott.* Para ello emplearon fuerzas militares y su

gran capacidad logística, no obstante en estos momento es de señalar que la estación polar entre otras está en manos civiles.

La antigua Unión Soviética, como se puede deducir, también realizó un enorme esfuerzo, desde el punto de vista geoestratégico, estaba en juego todo un continente, damos un dato orientativo de 45 estaciones construidas entre 1956-1958 seis eran soviéticas, destacamos entre las actualmente rusas: la de *Molodezhnaya* (en la costa de tierra de Kemp) la de mayor capacidad de alojamiento en verano llega a las 380 personas, la de *Vostok* en el interior próxima al polo sur magnético, la de *Bellingshausen* en la isla de Rey Jorge en 1980 se construyó una nueva base en el cabo Burks, la *Ruskaya,* en realidad hoy Rusia dispone también de un despliegue estratégico en todo el continente.

De los países iberoamericanos de los que hemos ya mencionado parte de su despliegue estratégico en la zona, resaltamos: en Argentina las bases de *Belgrano* en los hielos de la costa del mar de Weddell y Marambio en la península Antártica, *Orcadas* en el archipiélago del mismo nombre, *Jubany* en la isla del Rey Jorge. Chile dispone de bases en la península como *Bernardo O'Higgins,* la base aérea y meteorológica de *Marsh-Frei,* además de la *Arturo Prat* en las Setland del Sur entre otras. Uruguay dispone de la base *General Artigas* próxima a la *Bellingshausen,* Ecuador otra en las proximidades de la *Arturo Prat.* En general los países miembros consultivos del Tratado disponen de estaciones de investigación en el continente propiamente dicho o en los archipiélagos adyacentes (véase Anexo A, p. 188).

España dispone ya en la Antártida insular de dos bases situadas en las Shetland del Sur, la base *Juan Carlos I* en la isla de Livingston y la de *Gabriel de Castilla* en la isla de Decepción montada por el Ejército de Tierra (expedición embarcada 1989, buque *Las Palmas* y decidida su localización y establecimiento por la jefatura del componente del Ejército de Tierra en la misma) y servida logísticamente por éste, experiencia fundamental para los expertos militares y puente para otras empresas, ambas están separadas por unas 40 millas náuticas, con lo que el apoyo interbases no es posible pero si facilita los operaciones logísticas del buque oceanográfico *Hespérides*, a la vez permite una comunicación radio fluida y constante a pesar de las posibles interferencias y permite la rapidez de auxilio del buque de una a otra base. Por ahora el interés investigador de nuestros científicos se circunscribe a las zonas próximas a las bases existentes y a la época de verano austral, en su momento y si las necesidades científicas y posibilidades económicas lo facilitan se podría dar el salto al continente.

Al hablar del funcionamiento de las bases hemos de diferenciar entre las situadas en el interior, o las que se despliegan en las costas del continente y en las islas próximas a éste. Al mismo tiempo si son de ocupación permanente o sólo se emplean en el verano austral en ambos casos su instalación debe responder a una sólida construcción perfectamente adaptada al medio, en especial al viento que en ocasiones sopla por encima de los 90 kilómetros/hora y las temperaturas que en muchas momentos puede bajar de los –30 °C, su organización debe contener: estación de radio, áreas de vida (comedores, dormitorios, bibliotecas, laboratorio fotográfico, salones de estar, música y vídeo), botiquín y farmacia, de mantenimiento, de trabajo científico, de ocio-deportes, almacenes, depósitos de carburantes, eliminación o conservación y tratamiento de residuos, estación de tomas y distribución de aguas y garajes. Siempre es aconsejable intercomunicarlas y a la vez aislarlas para prevenir accidentes.

Caso de uso continuo durante todo el año en el continente la vida de una población reducida se desarrolla prácticamente en el interior de la base y las salidas son esporádicas lo que obliga a unas precauciones añadidas a la hora de los desplazamientos normalmente señalados con pasamanos entre los diferentes habitáculos de la base. La situación de aislamiento descrita requiere la autosuficiencia de la base durante largos periodos que coinciden con las posibilidades de abastecimiento exterior normalmente aéreo o terrestre que procede de un apoyo naval. Los tractores y vehículos orugas son un medio habitual en el apoyo al trabajo y transporte en las bases antárticas.

El suministro de carburantes desde el buque de apoyo presenta dificultades, a veces insalvables, por carecer las instalaciones de muelles o pantalanes y ha de realizarse en bidones de 200 litros, trasegándolos en embarcaciones ligeras de buque a playa y de ésta a las zonas destinadas para su almacenamiento; una buena medida es disponer de depósitos inchables con capacidad de acumular 5.000 o 10.000 litros, es importante señalar que el carburante, gasóleo antártico tratado con anticongelantes, es unos de los motivos de contaminación ambiental y ha de vigilarse constantemente su empleo.

El problema más grave con que se encuentran las bases es la eliminación de residuos en especial los no biodegradables, algunos de éstos afectan a la vista como la llamada chatarra antártica, otros como los aceites de refrigeración contaminan en grado sumo la tierra y a los seres vivos, empaquetarlos o envasarlos y situarlos fuera del ambiente antártico es

también un problema logístico, para ello hemos de tener en cuenta el Protocolo sobre el Medio Ambiente ya citado anteriormente. Por otro lado se ha de considerar el impacto ambiental que supone la propia instalación, los materiales, embalajes y todo lo desechable; debe ser cuidadosamente empaquetado y reembarcado, una vez realizado el trabajo y decidida su inutilidad.

El año puede dividirse en dos periodos perfectamente diferenciados, en especial en el continente, el verano austral que abarca desde mediados de octubre hasta mediados de marzo e invierno el resto del año. Durante el primero el día es muy largo, y dependiendo de la latitud donde se encuentre la base, el Sol llega a no ocultarse durante días, semanas e incluso meses, en el caso de la estación polar *Amundsen-Sott* el año sólo tiene un día y una noche. Estos ciclos tan diferentes a nuestra vida en otras zonas del mundo influyen evidentemente en el modo de vida de las bases y en la propia psicología del individuo que desarrolla su cometido en la misma.

La situación de soledad, la monotonía del transcurrir de los días unido al reducido espacio disponible y durante largo tiempo, exige una acertada y cuidadosa selección del personal de apoyo en las bases y la del personal científico. Esta selección debe realizarse en origen y debe abarcar tanto el estado físico como mental (véase Anexo B, p. 195).

El personal de la base lo constituye un equipo, al mando de un jefe de base y formado por: un experto en mantenimiento de máquinas y vehículos, electricista, fontanería, encargado de material y almacenes, cocinero y pinche —camarero, radiotelegrafista y mecánico de radio—. El personal científico depende de los programas que se desarrollen en la base, además pueden existir en ésta personal técnico encargado especialmente de instrumentos de medidas meteorológicas, térmicas, etc., normalmente el número de personal de apoyo es superior al científico. Las bases de funcionamiento constante deben estar dotadas de personal sanitario médico y ayudante sanitario. Durante el periodo del verano austral es posible en determinados casos disponer de médico en los buques de apoyo.

En resumen las instalaciones de una base debe constar de tres áreas bien delimitadas y que definan otros tantos usos que se mantienen separados pero que son interdependientes por su propia naturaleza: área de vida (habitabilidad), área de investigación (científica), área de servicios. Las estructuras deben responder a un mismo modelo funcional y puede ser modular, es conveniente eliminar ángulos superfluos que constituyan zonas de acumulación de nieve y hielo que tiende a deteriorar los materiales.

El fuego es y constituye el principal peligro para la instalación antártica, la sequedad del ambiente continental (no lo es tanto en los archipiélagos próximos), los fuertes vientos dominantes y algunos de los materiales empleados (cableado —ocasionan cortocircuitos— y carburantes) son propicios para la propagación del fuego. La utilización de materiales ignífugos de edificios separados o unidos con zonas de corta fuegos, son prácticas habituales en las nuevas bases a estas estructuras donde se realiza la vida cotidiana hay que añadirles edificios de emergencias dotados de los elementos necesarios para la supervivencia hasta la llegada de los oportunos socorros.

Otro de los peligros que aparecen en la vida de las bases se refiere a los ocupantes y en especial a las salidas al exterior para trabajos de investigación, transportes, etc. La formación de todo individuo que llega a la Antártida debe contener un bagaje cultural referido a la vida y supervivencia en lugares «de gran frío» que le permita desenvolverse con seguridad en un ambiente hostil, con temperaturas cambiantes en momentos y con vientos que como hemos dicho en anteriores apartados alcanzan velocidades enormes. El equipo de dotación individual debe ser el adecuado y disponer de él en todo momento. Los turnos de rotación de científicos en los programas de investigación así como del personal de base es otro de los problemas añadidos al apoyo logístico.

La superficie helada esconde en su interior multitud de peligros de los cuales son más peligrosos: la grieta glacial o la rimaya, ambas en las proximidades de la base deben ser si es posible señalizadas en un área de 400 metros alrededor de ésta. Cursos de adaptación antártica que abarquen tareas como: primeros auxilios, supervivencia, vida y movimiento en nieve y lugares de condiciones de vida extremas, deben ser realizados por todas aquellas personas que vayan a pasar una temporada en los asentamientos antárticos, la seguridad es fundamental en el área hemos de tener en cuenta que la evacuación no siempre es posible especialmente en invierno austral, por lo tanto las medidas de seguridad personal y colectivas deben ser de obligado cumplimiento. La prevención es fundamental y es básico informar ampliamente sobre los riesgos que puede correr.

Problemas importantes relacionados con la salud pueden ser ocasionados por los residuos orgánicos e inorgánicos, el abastecimiento de agua potable, el aislamiento del intenso frío, la protección contra el viento (pérdida de calor, factor *windchill*), la acumulación de nieve, la prevención de las deformaciones por la presión del hielo y de la nieve, así como las emer-

gencias médicas antes las grandes dificultades que se plantean para la puesta en marcha de una logística de evacuación.

El espíritu, los objetivos y los medios no cabe duda han evolucionado notablemente; no obstante, los márgenes de seguridad en el continente blanco son muy estrechos, consecuentemente por lo tanto la presencia del hombre en él seguirá reducida y limitada a personas muy bien preparada para cumplir sus finalidades con garantías de supervivencia.

Papel de las Fuerzas Armadas en el ambiente antártico

La solidez de la presencia española en la Antártida adquirida en estos últimos años demanda de las entidades participantes en las campañas un esfuerzo de organización considerable. La envergadura, que poco a poco han asumido aquéllas, hace que su preparación y desarrollo sean más complejos cada año. La experiencia aconseja que es inadecuado no aprovechar todo el potencial de apoyo que las Fuerzas Armadas dentro de sus posibilidades y prioridades pueden desarrollar. Del mismo modo que el buque *Hespérides* es dotado por la Armada y por lo tanto ésta es representada en el planeamiento de la campaña antártica en los órganos competentes, es necesario contar con el Ejército de Tierra, sus posibilidades logísticas ya demostradas en la base *Gabriel de Castilla* y en el equipamiento de las expediciones tanto individual como colectivo son una garantía, y si es posible con el Ejército del Aire para aprovechar su capacidad de transporte aéreo y conocer de primera mano sus posibilidades.

Una vez puesto en marcha los programas y realizadas hasta hoy más de 10 campañas permite ver las posibilidades de apoyo logístico y de investigación propia de las Fuerzas Armadas, sería conveniente hacer una revisión de ambos objetivos y señalar prioridades, en vista a una mejor aportación a futuras actividades en el continente blanco.

La característica fundamental de la investigación (científica, técnica y logística) en la zona, el lugar geográfico donde se desarrolla y el objetivo que la induce están en relación con el desconocimiento actual del área y las peculiaridades existentes en estas latitudes. En consecuencia, se trata de una actividad como hemos afirmado anteriormente: multidisciplinar, a la que están llamados los investigadores dedicados a cualquier especialidad pero que deseen enfrentarse a fenómenos inéditos.

Varias funciones logísticas aparecen como primeras opciones: personal, abastecimiento transportes y mantenimiento, en todas de una u otra forma son sujetos de la acción los tres Ejércitos, la capacidad en este caso, de cualquiera de ellos para disponer de personal especializado en: desembarcos de material, en señalización y ayudas a la navegación aérea, así como capacitado para la vida y movimiento en circunstancias difíciles que garanticen la seguridad de los expedicionarios antárticos y sus movimientos fuera de base en sus trabajos de campo, es muy importante, por otro lado no cabe duda que un número elevado de subsistencias pueden disponerse desde la posición de los Ejércitos: raciones de supervivencia y normales para la alimentación en zonas de difícil aprovisionamiento, elementos de cura sanitaria y farmacia, vestuario, equipo de nieve y gran frío, tractores orugas de montaña, helicópteros, embarcaciones de aproximación a playas, etc., es fácil comprender al mismo tiempo que las posibilidades de mantenimiento son de gran importancia y la utilización de especialistas en cualquiera de las disciplinas que permiten la conservación en el mejor estado de empleo del material y el equipo bajo la dificultad aumentada de ambiente inhóspito es también un valor añadido.

La tecnología nacional se encuentra a buen nivel de desarrollo en equipos y materiales para el frío, y como es lógico deseando presentar sus productos allí donde pueda competir con las fabricaciones extranjeras y aprovechar así lo que de escaparate representa el continente blanco, debemos tenerlo en cuenta para su explotación logística.

La aptitud para el diseño y fabricación de barracones y contenedores que soporten las inclemencias del clima del continente blanco, es otro factor de apoyo a la acción antártica de los Ejércitos de España, con la posibilidad de aportar tecnologías adquirida en otros escenarios como los habidos en las misiones de paz.

Como hemos dicho en apartados anteriores los fondos marinos en la Antártida son poco conocidos, y las cartas que existen no siempre reúnen las condiciones ideales para la localización geográfica de los accidentes. Ello hace que, conjuntamente con la existencia de hielo en sus aguas, la navegación sea difícil y peligrosa. La Armada ha levantado cartas de navegación en las zonas de la isla de Livingston que afecta a la base *Juan Carlos I* en las zonas de navegación frecuente lo que ha permitido la realización de trabajos de geología marina, oceanografía física y geofísica en especial en la isla Decepción.

La aportación de expertos sanitarios (médicos y especialistas en enfermería) para la selección de los participantes en las actividades científicas y de apoyo en la Antártida, la atención médica *in situ*, así como el aprovechamiento de las instalaciones hospitalarias en Madrid o Barcelona, para los reconocimientos previos a la partida son también oportunidades a aprovechar en bien de la salud y seguridad de los expedicionarios.

Tanto en los campamentos móviles establecidos en los años de 1987 a 1989 por el Ejército de Tierra en la isla de Livingston como posteriormente en el refugio, hoy base, *Gabriel de Castilla* en la isla Decepción, se han desarrollado y se continúan hoy día (además del apoyo a científicos civiles) investigaciones relacionadas con: la eficacia de equipos en ambiente de gran frío y otras de tipo médico sobre comportamiento y adaptación del hombre a estas latitudes. Con objetivos similares a este tipo de adaptación; se han realizado estudios sobre comportamiento cardiovascular en situaciones de esfuerzo prolongado (especialistas médicos del Hospital Militar «Gómez Ulla», 1988 y 1989; y una investigación sobre alteraciones bioquímicas de la sangre en ambientes de frío extremo (especialistas médicos Policlínica Naval, 1989). Con lo cual se incorporaron a la investigación en el continente blanco, otras posibilidades de las Fuerzas Armadas.

Las redes de comunicaciones entre bases y con España, es otro de los apoyos posibles, el enlace con el Regimiento de Ingenieros Transmisiones de Prado del Rey, Madrid, es muy útil y se ha realizado con éxito desde la base *Gabriel de Castilla*. Así como desde las instalaciones de la Armada en España y los buques, *Las Palmas* (de nuevo este año en singladuras de apoyo a la base *Gabriel de Castilla*, y que en su día ayudó a instalar) y el *Hespérides* en sus travesías antárticas.

La formación en: las particularidades, dificultades y supervivencia en la zona, con cursos a desarrollar en España por personal cualificado, como el Grupo de Alta Montaña de la Escuela Militar de Montaña, el cual tiene en su historial el haber pisado los tres polos de la Tierra (polos norte y sur y el Everest), es otra posibilidad de apoyo.

Las colaboraciones que permitan la ayuda a los científicos y en suma a todo aquel que se desplace por el continente, en especial en materiales y equipo así como en cartografía de áreas determinadas. El sentido práctico de nuestra investigación, que está muy desarrollado, permitiendo siempre explotar rápidamente los resultados obtenidos en beneficio de la propia institución y de las del Estado que los soliciten.

Futuro de las actividades antárticas

La presencia española en la Antártida es hoy día un hecho evidente, necesitando, no obstante, de que no decaigan los entusiasmos de personas e instituciones: se ha hecho mucho, se han consolidado las campañas en el continente blanco, se ha entrado y muy favorablemente en los organismos que el Tratado propicia y nuestra voz se escucha con atención en todos los foros antárticos, pero hemos de hacer muchísimo más y las Fuerzas Armadas pueden apoyar este esfuerzo conjuntamente con el resto de las instituciones públicas y privadas interesadas en el tema.

Toda la metodología moderna de las ciencias de la Tierra se ha desplegado en este continente, haciendo que, a pesar de las ostensibles dificultades de observación e inconvenientes climáticos, se ha llegado a un conocimiento de determinadas áreas científicas como la geología, la vida animal, la supervivencia humana entre otras, estimamos muy superior al de muchas áreas del Planeta, más accesibles y en condiciones de vida más fáciles. En este orden de cosas se ha de plantear la acción militar en la zona.

Si en su día surge la necesidad del salto al continente con la posibilidad de estacionamiento propio, las circunstancias de vida en el asentamiento elegido, planteará la necesidad de apoyos más selectivos y de mayor preparación técnica, en este caso creemos que las Fuerzas Armadas disponen del personal y medios adecuados y que enumeramos a continuación:

— Formación de futuros expedicionarios al continente en técnicas de movimiento, supervivencia, campamentos y vivaques.
— Capacidad para diseñar equipos individuales y colectivos (resistencia térmica, buen comportamiento al uso, etc.).
— Posibilidad de formar equipos de trabajos con otros científicos.
— Apoyo de equipo y material (radio, vehículos embarcaciones de aproximación a playas, helicópteros, etc.).
— Apoyo a las infraestructuras (barracones de aluminio, material de campamento portátil, etc.).
— Investigaciones científicas en las áreas de la alimentación, sanidad, geodesia, etc.

Las nuevas tendencias de actuación de las investigaciones antárticas se encaminan también a la cooperación logística de transportes y asentamientos internacionales aquí podemos aportar: apoyos y asesoramiento técnico en programas de cooperación, especialmente en bases multinacionales y de acuerdo con la especial preparación técnica de nuestro per-

sonal militar en general y particular como: mecánicos, transmisiones, personal sanitario y otros. Existe la posibilidad de aprovechando instalaciones de otros países (bases fijas), lanzar campamentos móviles radiales a determinados puntos del continente por tiempo limitado.

La presencia de España en la Antártida crea unas necesidades de logística y tecnología que la industria propia debe cubrir, realizando investigaciones de desarrollo encaminadas a obtener un producto final de calidad, en esta línea estimamos debe establecerse la relación: elementos de apoyo logístico destacados en el continente e industrias interesadas.

BIBLIOGRAFÍA

BERNARD, C. S.: «Geografía y Política». *En un Mundo dividido,* capítulos II y III. Servicio de Publicaciones EME. Madrid, 1980.

BRUNO, F. A., mayor del Ejército argentino: *Boletín de Información* número 225. Artículo: «Tratado Antártico» Europa en la encrucijada», CESEDEN, 1998. Seminario de Investigación para la Paz. Gobierno de Aragón. 1999.

COUTEAU-BEGARIE, H.: «Geoestrategia del Atlántico Sur». Servicio de Publicaciones EME. Madrid, 1989.

Ejército y las campañas antárticas españolas. Servicio de Publicaciones. EME. Madrid

LÓPEZ MARTÍNEZ, J., artículo: «La Frontera Sur del Planeta. España en los mares australes». Foro de Debate sobre el Mar y sus Problemas. Exposición Universal de Lisboa. Pabellón español.

MAY, J.: *Antártida. (Greenpeace).* Editorial Raíces. Madrid, 1998.

MÍNGUEZ A. y SÁNCHEZ GIJÓN, A.: «El Atlántico Sur, un estudio político-estratégico». Instituto de Cuestiones Internacionales.

PAUL-EMILE, V.: *Historia Universal de las exploraciones,* tomo IV, libro II. «Las exploraciones polares». Espasa y Calpe. Madrid, 1989.

PIERRE, M. G.: *Geopolítica. Los caminos del poder,* capítulo VI. Servicio de Publicaciones EME. Madrid, 1992.

Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y anexos.

Publicaciones especiales. Instituto Español de Oceanografía. Resultados Campaña Antártica 8.611. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación número 2. Madrid.

Revista Ejército varios números, años 1989, 1993, 1997. Servicio de Publicaciones EME. Madrid.

Tratado Antártico. Informe final de la XIII Reunión Consultiva del Tratado. Bruselas, 1985.

Tesis doctoral del coronel Juan Batista González. Inédita. 1999.

Texto de Adhesión de España al Tratado Antártico. *Boletín Oficial del Estado.* 1982.

VV.AA.: *Antártida. El agujero de ozono.* Editorial Tabapress. Madrid, 1989.

- *Revista Papeles para la Paz,* número 37. Artículo: «Ecología y paz; la seguridad medioambiental». 1990.

Anexo A

Bases antárticas permanentes más importantes

Alemania

George Neumeyer, situada en el banco de hielo de Ekstrom, en invierno ocupada por unas ocho personas, en verano alberga hasta 20. Lleva a cabo trabajos sobre: geofísica, geodesia, glaciología, física atmosférica, medio ambiente y otros.

Argentina

Belgrano II, asentada sobre el banco de hielo de Filchner, en invierno ocupada por 18 personas, en verano puede albergar alguna más. Pertenece al Ejército de Tierra, renovada en el 1979. Realiza investigaciones en las siguientes disciplinas: meteorología, física atmosférica, geomagnetismo y otras.

Vicecomodoro Marambio, península Antártica, en invierno acoge hasta 42 personas incluido servicios y científicos, en verano, hasta un máximo de 100 hombres. Pertenece al Ejército del Aire, dispone de aeródromo desde donde operan aviones *Hércules 130*. Se investiga sobre meteorología, física atmosférica, comportamiento psicológico en ambientes cerrados y otros.

Jubany, en la isla del Rey Jorge, en invierno la habitan un total de 11 personas y en verano pueden llegar hasta 18, en el verano del año noventa fue renovada parcialmente mejorando sus condiciones de habitabilidad, es controlada por el Instituto Antártico, lleva a cabo trabajos sobre biología, técnicas de frío y otros.

Esperanza, situada en la península Antártica, en invierno permanecen en la base hasta 30 personas, en verano alcanza hasta las 50, pertenece al Ejército de Tierra pero la gobierna el Instituto Antártico Argentino, sus investigaciones abarcan disciplinas como la geología, la meteorología, la geofísica y otras.

Australia

Mawson, situada en las proximidades de la costa y de las montañas Framnes, en invierno acoge hasta 28 personas, en verano llega hasta los 36 individuos. Sus trabajos científicos se desarrollan en las áreas de: biología marina, geología, fisiología humana y otras.

Casey, situada en las proximidades de la cúpula de Law, durante el invierno desarrollan su actividad unas 28 personas que en el verano austral aumentan según necesidades hasta 38 sus trabajos se han referido en los últimos años a investigaciones sobre la ionosfera, geomagnetismo, biología humana y otras.

Brasil

Comandante Ferraz, situada en las Shetland del Sur, en invierno permanece el equipo de mantenimiento y uno o dos científicos, durante el verano austral se aumenta considerablemente su dotación hasta las 40 personas. Ha llevado a cabo diversas investigaciones en biología, glaciología, meteorología y otras.

Chile

C. Arturo Prat, una de las más antiguas bases, de las establecidas en el continente antártico (isla de Greenwich en las Sheland del Sur) año 1947. Durante el invierno austral la base queda guarnecida por militares de la Fuerza Naval con una entidad reducida de ocho hombres en el verano su actividad científica se activa alcanzando una población de 45 personas.

Bernardo O'Higgins, acoge durante el invierno a un total de personal de servicios; especialmente militares y de investigación en número aproximado de 30, en el verano alcanza la cifra de 80. Sus trabajos de investigación científica se han basado en los últimos años en las disciplinas de meteorología, sismología y fisiología humana. Pertenece al Ejército de Tierra.

Teniente Marsh-Frei, puerta de la Antártida, en la isla Rey Jorge (Shetland del Sur) dispone de un aeródromo con buenas condiciones de operabilidad para aviones de hélice, con servicios de: estación de correos, hotel, pequeño banco y en su bahía fondean normalmente los buques antárticos que recogen los pasajeros y materiales transportados en aviones que aterrizan en su pista; formando parte de la base existe el poblado Villa de las Estrellas donde habitan familias de servidores de la base con hijos de corta edad los cuales disponen de colegio y guardería. El apoyo corre a cargo de la Fuerza Aérea chilena. Durante el periodo invernal la base está ocupada por unos 40 hombres y mujeres, incluidos científicos; en este caso servidores de la estación meteorológica *Frei* (de gran importancia en el apoyo sobre el tiempo meteorológico en el área), en el verano llega hasta los 80 hombres. Sus investigaciones abarcan el

campo de la inmunología, las infraestructuras de bases aéreas y de la meteorología.

China

Gran Muralla «Chang Chen», en la isla del Rey Jorge, instalada en 1985, durante el invierno está ocupada por una dotación de 15 personas y en verano ésta se ve considerablemente aumentada para lograr una población de 50. Dispone de una buena cobertura logística y sus realizaciones científicas más importantes son: geomorfología, geología, agrimensura, meteorología y geofísica.

Estados Unidos de América

Amundsen-Scott, en pleno polo sur levantada en el año 1957, con una gran cubierta en forma de cúpula, como consecuencia del año geofísico internacional y motivada por la actividad científica de ese momento. Es apoyada por la Fuerza Aérea de Estados Unidos, su actividad científica es muy variada y ocupa prácticamente un gran panorama de investigación destacamos trabajos sobre: física de la atmósfera superior, radiación cósmica y solar, medio ambiente, radioastronomía y otros.

Mc Murdo, la mayor base instalada en el continente antártico, isla de Mc Murdo, en la costa del mar de Ross situada a unos 20 kilómetros del cabo Evans, dotada de pista de aterrizaje y de buenas ayudas a la navegación aérea. El sistema de apoyo logístico es mixto; Fuerzas Armadas y entidades civiles y la Fundación Nacional de Ciencias (NSF), esta base de más de 25 años de antigüedad se nos presenta como una gigantesca y desordenada obra de construcción. En invierno su población es muy pequeña, alcanza unos 130 personas, en cambio en el verano austral su población se eleva considerablemente hasta los 1.000 habitantes, en especial en el número de científicos e investigaciones, que compensa las reducidas tareas científicas invernales. Sus trabajos de investigación se refieren entre otros a: biología terrestre y marina, hielo marino, combustibles sólidos, geoquímica, meteorología y geología.

Palmer, situada al sur del estrecho de Gerlache en el archipiélago de las Brabantes, dispone de un pequeño muelle de descarga para buques de pequeño calado, en el glaciar próximo a las instalaciones de la base pueden tomar aviones como el *Hércules 130*. En invierno su población se reduce a ocho personas, uno o dos científicos, en verano la habitan hasta 50 hombres y mujeres; lleva a cabo investigaciones sobre: meteorología, física y biología.

Francia

Dumont d'Urville, situada en la tierra de Adelia, en la zona antártica que se orienta al Pacífico Sur, dispone de pista de aterrizaje para aviones de hélice, durante el invierno su población alcanza los 28 individuos en verano superan los 80, no obstante tanto en invierno como en verano puede albergar 50 o 100 personas respectivamente. Sus trabajos científicos se han referido en los últimos años a: sismología, oceanografía, contaminación, fisiología humana y otros.

India

Dakshin Gangotri, situada en la tierra de la Reina Maud, durante el invierno austral su población queda reducida a 15 individuos de apoyo y de investigación en verano aumenta hasta alcanzar una dotación de 40. Las disciplinas motivo de trabajo científico son entre otras: geología, geofísica, cartografía y biología marina.

Italia

Terranova Bay, situada en las proximidades del mar de Ross, activada en todo el año en función de las necesidades científicas, puede albergar en estas condiciones; desde 15 a 40 personas; ha sido a partir de los años noventa cuando Italia ha mantenido abierta y en funcionamiento esta base, sus trabajos de investigación más conocidos son los oceanografía, biología y medio ambiente.

Japón

Syowa, asentada en las proximidades del glaciar de Fabio Lafjella, ocupada durante todo el año con poblaciones de 30 o 40 individuos en invierno o verano respectivamente; sus investigaciones más divulgadas en los últimos años se han basado en las siguientes disciplinas científicas: física atmosférica, geomagnetismo, sismología y meteorología y sobre el «agujero de ozono» en la Antártida, (investigación a cargo del profesor Shigeru Chubachi 1982-1983, descubridor de este fenómeno atmosférico).

Nueva Zelanda

Scott, asentada en las proximidades de la base *Mc Murdo* en el mar de Ross, de pequeña capacidad, alberga en invierno unas 12 personas (personal de apoyo y mantenimiento además de uno o dos científicos); esta

dotación se incrementa en verano hasta alcanzar las 20, no obstante ha habido momentos que la base en contenedores habitables y como base de partida hacia el interior del continente, ha acogido en verano, hasta 80 hombres y mujeres en total. Sus trabajos científicos en esta última década han sido sobre: meteorología, oceanografía, física de hielo, biología marina, fisiología humana y sismología.

Polonia

Arctowski, situada en la isla del Rey Jorge, ocupada durante todo el año, en época invernal quedan entre 19 o 20 individuos, alcanzando en verano hasta los 25, sus trabajos de investigación se han referido en los últimos años a: meteorología, biología marina y humana, geofísica y geología. El Instituto Antártico Polaco ha colaborado muy eficazmente con España para la instalación de la base *Juan Carlos I.*

Reino Unido

Halley, construida bajo la nieve, se ha reconstruido varias veces, situada en los bancos de hielo que cubren la bahía de Halley. El Programa Británico de Investigación Antártica es de los más extensos de los países consultivos del Tratado, en esta base trabajan durante el invierno austral hasta veinte personas, en verano llega su ocupación hasta las 30. La actividad científica abarca entre otras las siguientes disciplinas: meteorología, física del plasma espacial, dinámica atmosférica, geomagnetismo y fisiología humana. Reino Unido es pionero en la investigación antártica y su apoyo logístico dispone de una magnifica plataforma naval y aérea en las Malvinas.

Faraday, situada en la península Antártica, durante el invierno permanecen en la base 12 personas entre apoyo y científicos, en el verano su población alcanza los 24, sus investigaciones se refieren a ciencias como la: biología de invertebrados, sismología, geomagnetismo y otras.

Rothera, situada en la bahía Margarita en los últimos años ha sufrido una renovación y se ha construido una pista de aterrizaje, mantiene una dotación durante todo el año de 12 personas y en verano aumenta considerablemente su población, hasta alcanzar los 70 muchos de ellos, personal en tránsito, hacia bases de verano en el interior del continente. Sus investigaciones forman parte de uno de los esfuerzos científicos más importantes en ambiente antártico en especial en: geología, cartografía, mineria, biología y fisiología humana.

África del Sur

Sanae, situada en los bancos de hielo de Ekstrom, de las más antiguas de la zona, enero de 1960, su capacidad reducida en invierno a una dotación de 15 hombres y mujeres, se ve considerablemente aumentada en verano hasta alcanzar los 70. Sus investigaciones se refieren a las disciplinas entre otras a: auroras y efectos luminosos en la atmósfera, geología, sísmica, cartografía, etc.

Rusia

Mirny, con motivo del Año Geofísico Internacional de las 44 bases construidas en la Antártida; seis fueron montadas por la antigua Unión Soviética. Esta base establecida en 1956 en el interior de la tierra de Wilkes, fue renovada entre los años 1973 y 1974. Esta base, la primera de las establecidas en el Año Geofísica Internacional, forma parte del anillo de bases rusas desplegadas estratégicamente por todo el continente blanco. Durante todo el año permanece ocupada por 67 personas y en verano alcanza una población de 90. Lleva acabo investigaciones sobre: meteorología, sísmica, medicina, climatología y otras.

Vostok, situada en el polo frío de la Tierra sobre hielo fósil y en el interior del continente en lo que se ha venido en llamar Antártida Mayor, fue construida en 1957, representa al igual que la *Admunsen-Scott* estadounidense un mito de la actividad científica en el continente blanco. Su capacidad de acoger en sus instalaciones es muy similar en todo el año entre 30 y 40 personas. Rusia pese a las limitaciones presupuestarias de los últimos años mantiene un buen apoyo logístico con aviones de hélice. Realiza trabajos científicos en disciplinas como: glaciología, física de fenómenos como las auroras, meteorología y geología.

Molodezhnaya, la base rusa más grande de las instaladas por la antigua Unión Soviética, situada en la costa de la tierra de Enderby en el cabo Close, en enero de 1963. Permite una capacidad de alojamiento en invierno de hasta 130 personas incluido apoyos y servicios; en el verano austral alberga aproximadamente 390 individuos. Las investigaciones abarcan un amplio espectro, que entre otras podemos citar: meteorología, geomagnetismo, física de la atmósfera superior, medicina, geología y sismología.

Bellingshausen, situada en la isla del Rey Jorge, archipiélago de las Shetland del Sur, y como hemos afirmado reiteradamente lugar estratégico, para alcanzar el continente desde el Cono Sur Americano, asentada junto a la base chilena *Marsh,* aprovecha por lo tanto su pista de aterrizaje.

Mantiene durante la época invernal unos 25 y mujeres y en el verano su dotación alcanza unos 35. La investigación científica abarca materias como: la biología, impacto ambiental, geología y meteorología.

Uruguay

General Artigas, esta base Uruguaya se situó muy próxima a la chilena *Marsh* y rusa *Bellingshausen* en la bahía Finley, isla del Rey Jorge, establecida en el año 1985. Su capacidad de alojamiento es reducida tanto en invierno como en el verano austral, los últimos trabajos de investigación científica versan sobre las siguientes materias: meteorología, geomorfología y biología animal.

Bases de ocupación estival

España

Juan Carlos I, gestionada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, situada en la bahía sur de la isla de Livingston, archipiélago de las Shetland del Sur, con capacidad para albergar hasta 14 personas entre servicio y personal científico, se instaló en enero de 1988; se activa desde primeros de diciembre a finales de marzo. Sus trabajos han abarcado entre otras disciplinas: biología marina y microbiología, ictiología, sismologías y geología. En sus proximidades, durante tres temporadas estivales en los años 1988 al 1990, se desplegó un destacamento militar compuesto por equipo de apoyo y científicos del Ejército de Tierra, en un número total de ocho, destacado del buque *Las Palmas* (expedición embarcada del Ministerio de Defensa), que llevó a cabo trabajos de: cartografía terrestre, medicina del esfuerzo, pruebas de equipo y material contra el frío.

Gabriel de Castilla, base gestionada por Ejército de Tierra, situada en la isla de Decepción, archipiélago de las Shetland del Sur, con capacidad para albergar en sus instalaciones hasta 12 individuos de los cuales cuatro forman el equipo de mantenimiento y apoyo. Se instaló en diciembre de 1989; por las especiales condiciones de la isla, sus investigaciones se han orientado a las de sismología y vulcanología sin abandonar otra, como la cartografía, la zoología y biología animal.

Bases subantárticas

Isla Bird, Reino Unido. *Georgia del Sur*, Reino Unido. *Ingeniero Wiltgen*, Reino Unido. *Orcadas*, Argentina. *Isla Elefante*, Chile (temporal). *Isla Gough*, África del Sur. *Isla Marion*, África del Sur. *Isla Macquarie*, Australia.

Anexo B

Criterio de selección para candidatos en la actividad en el continente blanco

Hemos de considerar aspectos relacionados con las cualificaciones de tipo técnico y profesional, y que deben relacionarse con los estudios psicológicos y de reconocimiento médicos del interesado.

Existen unos mínimos a tener en cuenta: época en que va a realizar su actividad el candidato, invierno o verano austral, actividad a desarrollar, edad y área geográfica.

Posibles pruebas de selección, selección médica y psicológica, aptitud física.

Aptitud psicológica

Test varios de comportamiento. Entrevista personal.

Reconocimiento médico que abarque patologías y tipos de afección como:

— Asociada a los agentes biológicos. Infecciones bacterianas. Infecciones. Virosis y parasitosis.
— Asociada a la bebida. Alcoholismo. Deshidratación.
— Asociada a la alimentación. Carencias nutricionales.
— Asociados a los agentes físicos. Mal de altura. Congelaciones.
— Asociadas a desplazamiento. Traumatismo. Hipotermia. Fatiga. Capacidad pulmonar (fumadores).

Test de aptitud física

Prueba de resistencia y agilidad. Llevar a cabo un recorrido a pie de al menos ocho kilómetros en una hora. Saltar longitud a pie juntos 1,60 metros. Saltar verticalmente 1,10 metros. Flexiones inclinadas sobre barra 40 (flexiones) en un minuto. Prueba de hipotermia, resistencia sumergido en agua fría a 15 °C durante 30 minutos.

CAPÍTULO SEXTO

LOS MEDIOS AÉREOS EN LA ANTÁRTIDA

LOS MEDIOS AÉREOS EN LA ANTÁRTIDA

Por JAVIER GUISÁNDEZ GÓMEZ

Introducción

Los medios y elementos aéreos se denominan de esa manera porque necesitan del entorno aeroespacial para demostrar y ejercer su eficacia. Esto, que podría constituir una evidencia, en la práctica no sólo va a definir la propia naturaleza de los medios, y con ella sus restricciones, sino que también va a proporcionarnos la posibilidad de un desplazamiento sin ningún tipo de restricciones físicas, topográficas, ni incluso meteorológicas.

En efecto, el aire-espacio es el único elemento, hasta ahora conocido, que goza de la característica de «la continuidad» y, por consiguiente, todo elemento que se desplace dentro de él tendrá la posibilidad de mantenerse rodeado por el mismo sobre toda la superficie de la Tierra, con las únicas limitaciones, generadas por el vector aéreo utilizado, tales como permanencia, radio de acción, capacidad de navegación autónoma, posibilidad de aproximación independiente, etc.

El continente antártico (1) se ajusta al principio geopolítico «del desarrollo desde el litoral»; es decir, las civilizaciones tratan de conquistar y asen-

(1) Aunque el descubrimiento del continente antártico fue a principios del siglo XIX, la palabra «antártico» fue creada por los griegos cuando en el siglo V a. C. descubrieron la rotación de la Tierra y denominaron al polo norte, polo ártico, por que estaba debajo de *arktos*, la estrella polar, y como ellos pensaban que todo era simétrico, tendría que haber otro polo opuesto que sería el antártico.

tarse en las costas, para después influir más allá del horizonte. Pero lo que pasaba en la antigüedad es que los pueblos ocupaban las costas y construían ciudades sobre ellas buscando principalmente tres objetivos: la pesca como elemento básico del sustento; el comercio como actividad esencial para el desarrollo y la defensa o «glacis» como componente principal de su seguridad.

De igual manera, en la Antártida toda la fauna se encuentra ubicada en la costa y el «hombre» no ha sido una excepción, pues debido a que no han existido «primeros pobladores» sino «exploradores» (aunque para algunos tratadistas haya habido también verdaderos «explotadores» (2) y a que la hostilidad climática y topográfica alcanza unos niveles difícilmente comparables a otras latitudes, tan sólo los aventureros y los medios aéreos se han atrevido a internarse en el continente blanco, y han conseguido realizarlo con razonable éxito (3).

En todo caso no es ninguna exageración adelantar, desde ahora, que el establecimiento de bases permanentes en el continente antártico ha sido gracias a la existencia de unos medios aéreos adecuados a los requerimientos del momento; dicho con otras palabras, sería imposible mantener un flujo logístico aceptable para el funcionamiento de las bases «del interior», si no se contase con el apoyo aéreo disponible y apropiado.

De igual manera, si bien las Fuerzas Aéreas y, en general, los medios aéreos pueden proporcionar un apoyo esencial e imprescindible para el aprovechamiento tecnológico y experimental de la Antártida, no es menos cierto, que también dichas fuerzas se benefician con los cambios tácticos, doctrinales y técnicos para sus posteriores actuaciones, de las experiencias obtenidas como consecuencia de sus intervenciones en el continente.

Obviamente, todo lo que se ha apuntado para las Fuerzas Aéreas es justo ampliarlo para la aviación regular, comercial (4) y deportiva. Todas ellas uti-

(2) La primera vez que una compañía aérea, LAN de Chile, sobrevoló la Antártida con fines turísticos fue el 22 de diciembre de 1956.

(3) Aventureros y descubridores se pueden obviamente desplazar por el continente antártico, pero además de los riesgos impredecibles a los que pueden tener que hacer frente, sus movimientos no superarían la media de 20 kilómetros diarios, siempre y cuando fueran estableciendo campamentos intermedios para aprovisionamiento, en otro caso sería muy difícil superar los 15 kilómetros diarios, debido a las cargas a desplazar. Con estas previsiones un internamiento hasta el polo magnético sería imposible conseguirlo antes de cuatro meses.

(4) Las principales compañías aéreas que operan con el turismo en la Antártida son: LAN (Chile), Christ Church (Nueva Zelanda), Quantas (Australia), Air New Zeland (Nueva Zelanda), Senatur y Antartic Airways.

lizan los medios aéreos, desde un punto de vista exclusivamente civil, ya sea público o privado y, como consecuencia, pueden y deben mantener una presencia y actuación eficaz en el lejano continente, como de hecho realizan en el momento presente.

La influencia de la extensión y dimensiones del continente en la circulación aérea

Ya se han mencionado dos adjetivos «lejano» (5) e «inhóspito» que tienen y van a tener una influencia excepcional en el empleo de los medios aéreos. En efecto, meteorología y autonomía son dos constantes, dos elementos básicos en el planeamiento y ejecución de todo cometido aéreo.

Las nuevas tecnologías ponen de manifiesto cuan importantes pueden llegar a ser estos condicionantes y hasta que punto los diseñadores deben tenerlos en cuenta, todo ello a pesar de que aunque pretenden independizar a las modernas «plataformas» de todas estas dependencias y facilitar el trabajo de las tripulaciones, las limitaciones siguen existiendo y en algunas zonas, como el caso de la Antártida, a pesar de que el continente americano es el más próximo al antártico, ya que la distancia desde la base aérea de *Río Gallegos* a la costa no supera las 800 millas náuticas, América está lo suficientemente lejos como para evitar el que aviones del tipo CASA 212 *Aviocar*, con características excepcionales para operar en suelo antártico, tengan radio de acción suficiente como para efectuar un trayecto seguro, que cubra la eventualidad de aterrizar en una base alternativa, en el caso de que fuera impracticable realizarlo en la prevista, figura 1, p. 202.

Países como Uruguay palian este condicionante, por un lado, apoyándose en las bases aéreas argentinas del sur del continente y, por otro, transportando el CASA 212, previamente desmontado y cargado dentro de un C-130 *Hércules*; de esta forma, pueden contar con una plataforma eficaz (6), económica y fiable para sus vuelos sobre el interior del continente y sin riesgo durante el vuelo de «posicionamiento».

La extensión de la parte continental de la Antártida, unos 14 millones de kilómetros cuadrados, supondría dos veces la isla de Australia. Si se

(5) Las distancias del continente antártico a los distintos continentes son aproximadamente: a Suramérica 1.000 kilómetros, a Suráfrica 3.600 kilómetros, a Tasmania 2.250 kilómetros y a Nueva Zelanda, 2.200 kilómetros.

(6) Un avión CASA 212, una vez desmontado, puede ser perfectamente transportado en el interior de un *Hércules* C-130, permitiendo la autonomía de este último, un vuelo que puede superar las 10 horas, es decir, un desplazamiento de más de 2.000 millas náuticas.

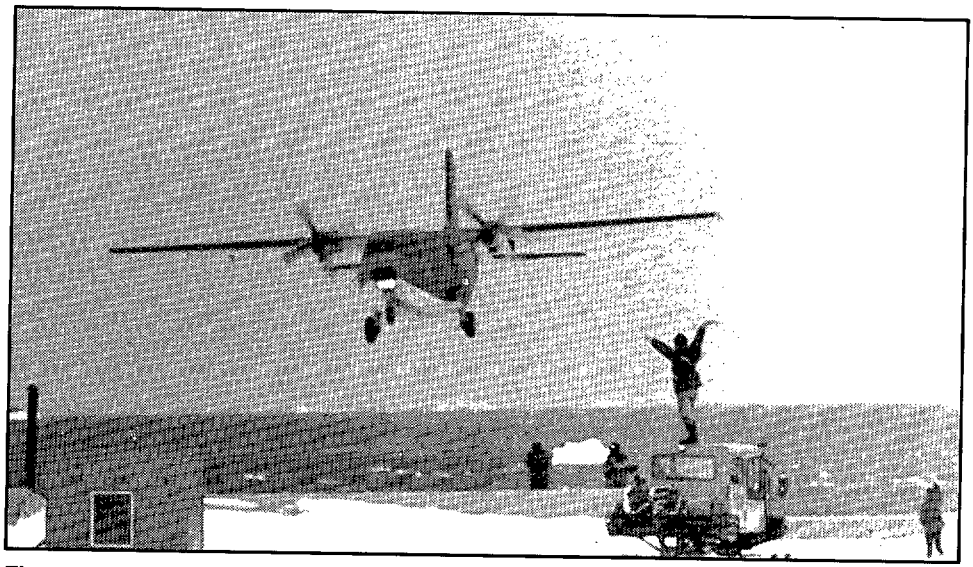


Figura 1.– *Aterrizaje del CASA 212,* Aviocar.

superpone la cartografía aeronáutica relativa a Australia, equivalente a una superficie similar a la Antártida, sobre este continente se puede observar, cómo, a pesar de que Australia no es una parte del mundo densamente poblada, las redes de aerovías, radioayudas, centros de control de tráfico aéreo y centros de información de vuelo son lo suficientemente importantes y densas, como para detectar una carencia manifiesta de ellas, en lo que al continente antártico se refiere.

Aunque en una primera valoración se pudiera argüir que la razón de tal ausencia se debe a la escasez de tráfico aéreo, cosa que obviamente es cierta, no es menos cierto reconocer que la densidad de radioayudas no sólo está relacionada con la circulación aérea, sino también con la extensión que cubren, la topografía sobrevolada (7), la seguridad ofrecida y la longitud de los tramos de aerovías.

Otro tanto se podría decir de todo lo referente a las comunicaciones. Si se interpolara el escenario con respecto a otras zonas del globo, las

(7) La elevación media de la Antártida es de 6.765 pies (2.050 metros), lo que coloca a dicho continente en el primer puesto de altura media sobre el nivel del mar del globo. La montaña más alta es la Transantartic de 14.000 pies y la base aérea más elevada es la americana *Amundsen-Scott South Polo Station,* con 9.301 pies, que se encuentra a 300 metros del polo sur geográfico.

dimensiones del continente exigirían, un despliegue, importante y tupido, de centros emisores y repetidores con objeto de cubrir toda la extensión. Todo esto ni sería rentable, ni necesario, pues la escasa densidad de tráfico aéreo no justificaría, en ningún caso, ni el diseño ni las inversiones.

El procedimiento utilizado en las comunicaciones relativas al control de tráfico aéreo es a través de las mismas tripulaciones; éstas, en lugar de dar periódicamente los «informes de posición» a los centros de control, utilizan el sistema de información «radiada», es decir, comunican la posición presente y las estimaciones próximas a todos «los tráficos» que se encuentren «a la escucha», para que los que se sientan afectados, por dicho tráfico, tomen las providencias oportunas.

El problema de este tipo de control de tráfico aéreo, es que requiere una buena propagación de las comunicaciones, lo que no siempre es posible al verse obligadas las aeronaves a utilizar «alta frecuencia» o longitudes de onda aún mayores, cuyo alcance y claridad de propagación varían a lo largo del día y, en el caso de la Antártida, a lo largo del año.

Otro elemento restrictivo se deriva de la necesidad que tienen las tripulaciones de interpretar todas las emisiones, antes de decidir si dicha información es vinculante o no para el vuelo que están realizando.

Con la supresión de la explotación de la Antártida para fines de la defensa, después de la ratificación y entrada en vigor del Tratado Antártico (8) y su posterior Protocolo al Tratado (9), se ha reducido también la utilización de los medios aéreos, a los campos exclusivos de la investigación científica y al bienestar social de los efectivos allí desplegados (10).

Como consecuencia de todo ello, la densidad del tráfico aéreo también ha quedado limitada a los cometidos anteriormente mencionados, y aunque ésta se incrementa de forma progresiva con el paso de los años, la razón matemática tiene un valor muy próximo a la unidad, por lo que de

(8) Tratado Antártico: la invitación para la conferencia fue el 3 de mayo de 1958; la reunión fue en Washington el 15 de octubre de 1959; el Tratado se firmó el 1 de diciembre de 1959, y entró en vigor el 23 de junio de 1961.

(9) El Protocolo al Tratado Antártico, sobre Protección del Medio Ambiente, fue consecuencia de dos reuniones consultivas especiales: 1990 en Viña del Mar (Chile) y 1991 en Madrid (España).

(10) El artículo 1.1 dice: «La Antártida se utilizará exclusivamente para fines pacíficos. Se prohíbe, entre otras cosas, toda medida de carácter militar...».

no modificarse el Tratado o de no existir un incumplimiento o denuncia masivos del mismo, las cifras actuales no serán modificadas de manera sensible.

La influencia de la meteorología en la operatividad de los medios aéreos

La extensión del continente provoca unas diferencias termométricas, entre los puntos costeros y las bases del interior de más de 40 °C (11), lo que afecta de forma muy directa a la operatividad de los medios aéreos, ya que el gradiente de temperatura, modifica la misma, a medida que se asciende, partiendo de los grados medidos en superficie, cuadro 1 (12).

Cuadro 1.– *Influencia de la temperatura en la operatividad de los medios aéreos.*

Sistemas o elementos	Temperatura crítica	Observaciones
Avión C-130	< –60° C	Límite para operar.
Superficies de control Válvulas de drenaje	< 0° C	El agua acumulada en ellas se congela
Ruedas	< 25° C	Pierden presión. Se adhieren al suelo.
Combustible	Depende del tipo	No se puede aceptar 3° C por encima del punto de congelación.
Baterías	> 0° C > 9° C –40° C	Carga óptima. Carga al 50%. Carga nula.
Aceite del motor	> –40° C	En temperaturas inferiores hay que calentarlo para arrancar.
Hélices	> 0° C	En temperaturas inferiores no se puede mover el ángulo de las palas.

(11) Temperaturas en verano: –40 °C en el interior del continente 0 °C en los puntos más cálidos de la costa. Temperaturas en invierno: –68 °C en el interior –23 °C en la costa. En el caso de la base *Amundsen-Scott*, es posible encontrar, durante una noche fría, temperaturas de –82 °C en invierno.

(12) El gradiente de temperatura es la variación de la misma con respecto a la altitud. En la troposfera el gradiente medio térmico es de 0,6 °C por cada 100 metros. Cuando el aire está seco, el gradiente térmico puede ser de 1 °C por cada 100 metros de ascenso.

El avión de transporte C-130 *Hércules*, puede ser considerado como la aeronave actual, mejor diseñada y preparada para este tipo de inclemencias climáticas. Es capaz de operar en ambientes con temperaturas próximas a los –60 °C (13), siempre y cuando la variación de la misma sea gradual.

Cuando los cambios termométricos son súbitos, bien por causas naturales como la aparición de «frentes locales», o bien por causas operacionales, como cuando se saca el avión desde el interior del hangar a la intemperie y hay que calentarlo, los efectos de la calefacción eléctrica en la estructura de la aeronave, principalmente la de los planos, estabilizadores, pueden provocar severas contracciones asimétricas y reducir la vida del mismo, figura 2, p. 206.

Tal vez una solución rápida y simple pudiera ser el mantener a los aviones en el exterior, pero esta decisión tendría varios e importantes inconvenientes, entre los que se podrían destacar los siguientes:

— El avión sufriría el efecto de los fuertes vientos y sus frecuentes cambios de dirección.
— El equipo de mantenimiento tendría muchas dificultades de operar bajo esas condiciones.
— La formación de hielo o nieve, en los perfiles de la aeronave, impediría operaciones inmediatas.
— Las tripulaciones iniciarían sus vuelos, partiendo de temperaturas extremas, muy cercanas al punto de congelación humano, y permanecerían en ellas por un periodo de tiempo, cercano a una hora. Esta servidumbre haría impracticable los vuelos locales, por su corta duración, y desaconsejable en el caso de vuelos más largos.

Otra opción consistiría en sacar el avión del hangar, después de haber reducido la temperatura en su interior y con tiempo suficiente como para reducir las tensiones y contracciones estructurales al mínimo; esta maniobra disminuiría la capacidad de reacción de los medios aéreos hasta parámetros indeseables, al hacerlos perder su característica de «rápida reacción».

(13) Durante el invierno polar de 1999, la doctora neozelandesa Nielsen, destacada en la base polar americana de *Admunsen-Scot,* se diagnosticó a sí misma un cáncer de mama, pero debido a que las temperaturas rondaban los –90 °C, tan sólo se han podido lanzar, desde un avión *Hércules,* el equipo necesario para realizar vídeoconferencias y mantenerse en contacto con otros doctores desde Estados Unidos. En el momento de redactar este trabajo, se está esperando a que la temperatura supere los –58 °C, para poder aterrizar en la base y evacuar a la doctora Nielsen por vía aérea.

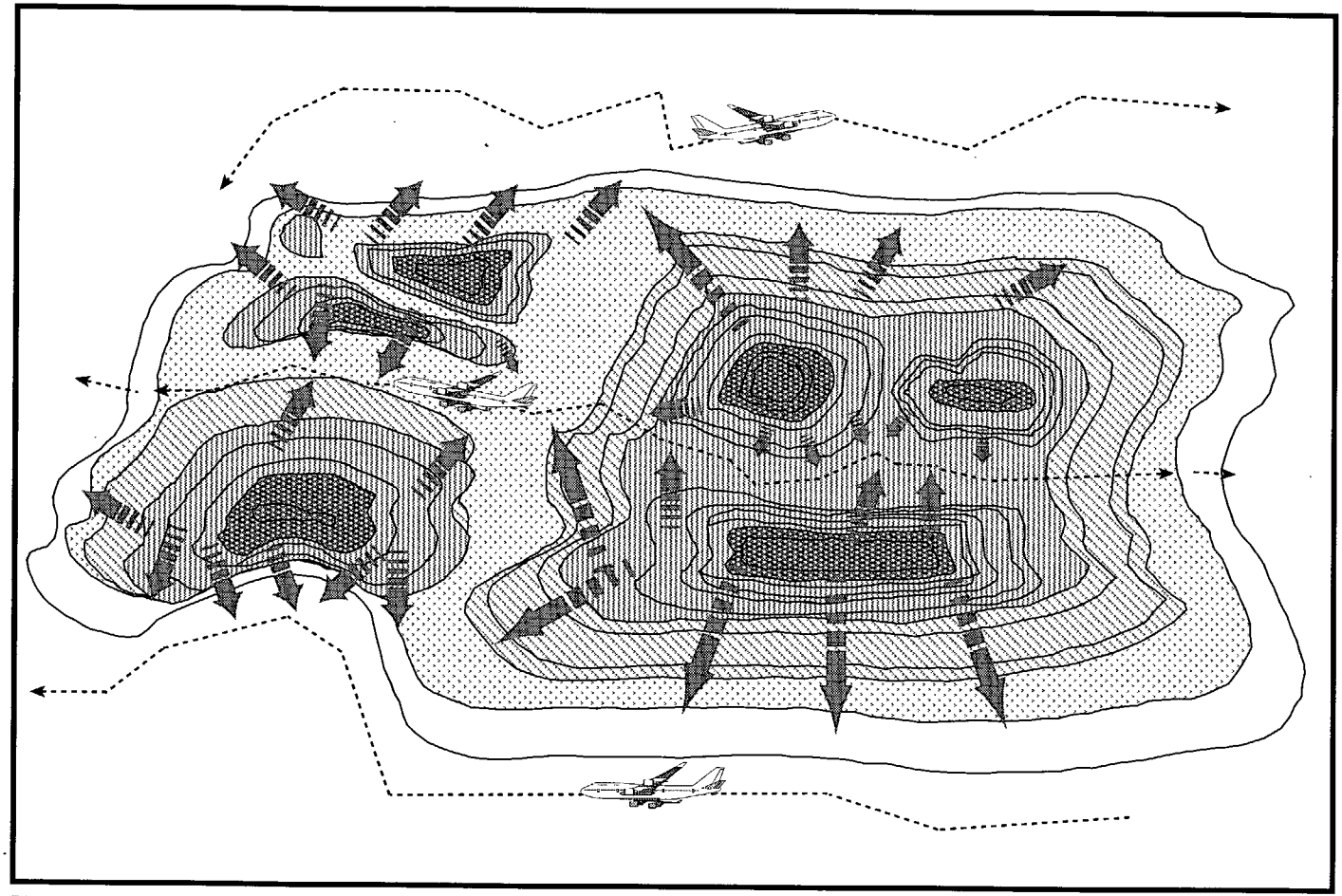


Figura 2.– *Efecto del viento catabático en el sobrevuelo antártico.*

En todo caso, la exposición del avión a la intemperie puede provocar en la cabina de pilotaje riesgo de roturas tanto en los cables eléctricos, como en circuitos electrónicos, embutidos en plástico, como consecuencia de su congelación y endurecimiento.

Aunque existen productos anticongelantes, en el mercado abierto, como el MIL-A-8243 (14), cuya eficacia a la hora de eliminar el hielo y la nieve de la superficie del avión, ha sido perfectamente constatada, tienen en su detrimento el hecho de requerir una especial preparación y precaución a la hora de ser aplicados.

Si los pronósticos meteorológicos siempre tienen un factor de riesgo importante, en el caso de la Antártida, existe un problema añadido, pues a pesar de que los reconocimientos que realizan los satélites, tienen una frecuencia y fidelidad elevadas, la explotación de los datos es bastante complicada debido a los factores siguientes:

— El número de estaciones meteorológicas es muy reducido, lo que implica que existan zonas en las que es imposible la toma de datos.
— Las técnicas utilizadas en la toma y explotación de los datos son muy variadas y, a menudo requieren de un proceso intermedio de normalización.
— Los equipos utilizados de medición y de pronóstico, así como las unidades empleadas son distintos y la mayor parte de las veces no cumplen el requisito de la interoperabilidad.
— El tiempo de activación de las estaciones no es permanente en todos los casos, lo que provoca que ciertas mediciones sólo sean posibles de realizar durante la estación veraniega.

El vapor de agua, el agua misma o la nieve que se encuentre en el interior de la cabina de carga, puede congelarse cuando intenta abandonar el avión a través de los conductos de desagüe y puede, incluso, llegar a taponar las válvulas de presurización, provocando una pérdida de operatividad, al impedir que el avión pueda operar en los niveles de vuelo óptimos para la misión.

El combustible, tanto las gasolinas como el queroseno, no suele presentar problemas ante una posible congelación, pues todos ellos llevan mez-

(14) El MIL-A-8243 es una mezcla de agua y glicol y se puede encontrar en dos tipos de compuestos: primero y segundo, de los que el primero es menos tóxico y requiere menor nivel de protección en su aplicación y manipulación.

clados substancias (15) que impiden la solidificación del agua, lo que supondría la imposibilidad de operar de las aeronaves, debido a la existencia de agua en el interior de todos los combustibles.

Las bajas temperaturas tienen una importante influencia en todos los derivados del caucho y de la goma, como los neumáticos que pierden presión (16) y las juntas y los elementos de sellado que pierden elasticidad y, con ello, las propiedades para las que han sido diseñados.

De igual manera, los aceites y los líquidos hidráulicos aumentan su densidad y, con ello, la resistencia que ofrecen sobre las paredes, en su desplazamiento a través de los conductos de refrigeración y de lubricación, y de las tuberías del sistema y subsistemas hidráulicos.

La lubricación de los motores se realiza siempre por medio del aceite (17), que tiene una limitación operativa de –40 °C, por lo que las operaciones en tierra de «puesta en marcha», pueden requerir en invierno de un calentamiento previo antes de intentarlo, para evitar la rotura de los conductos y el rozamiento elevado entre los componentes metálicos internos.

Con respecto a la fuente de corriente continua del avión, a pesar de que las baterías tienen un margen bastante amplio para su actuación, las operaciones con bajas temperaturas reducen su capacidad de recarga de forma alarmante, lo que implica un cambio más frecuente y una reducción de la vida operativa.

Así por ejemplo, la capacidad de carga de una batería queda reducida a la mitad con temperaturas de –10 °C y quedaría prácticamente anulada a partir de los –40 °C. Todo ello implica tomar precauciones especiales que consisten en desconectar la batería, cuando la temperatura es baja y la espera prolongada, y calentarla, antes de operar con ella, hasta una temperatura superior a los 0 °C.

---

(15) Estos productos se emplean incluso en sitios cálidos, porque sirven también para evitar que las bacterias contenidas en el combustible provoquen corrosión en las partes metálicas de los conductos y depósitos. En todo caso, cada tipo de combustible tiene distinto punto de congelación, por lo que será necesario escoger el apropiado, según la zona a operar o la estación del año.

(16) Existen tres tipos de presión de inflado en las ruedas del tren de aterrizaje: baja presión (15psi-50psi) que se emplea para terrenos no preparados; media presión (50psi-150psi) para pistas normales, y alta presión (>150psi) para pistas especiales y aviones de gran tonelaje.

(17) Los aceites deben cumplir con las especificaciones MIL-L-23699.

Es importante destacar que todo procedimiento para calentar las baterías, tiene que ser «indirecto», para evitar una explosión de la misma, por acercamiento de una fuente de calor, lo que supondrá un tiempo más dilatado para alcanzar la temperatura adecuada para su funcionamiento.

Como no todo iba a ser negativo, el calentamiento cinemático que aumenta la temperatura de la estructura del avión, es consecuencia de la velocidad, pero ésta, por muy elevada que se alcance, 350 nudos (650 kilómetros/hora), el aumento de la temperatura de la célula del avión que ello supondría no superaría, en ningún caso, un incremento superior a los 12 °C.

No se menciona el comportamiento del avión en vuelo sobre la Antártida, porque, debido a las bajas temperaturas, los sistemas se comportan como cualquier vuelo a gran altitud, incluso en latitudes próximas a los 0.

La estrategia aérea en el área

Si se analizara la Antártida tan sólo desde un punto de vista geopolítico, su situación, dimensiones y topografía, podrían proporcionar grandes perspectivas y posibilidades geoestratégicas, pero sin duda esas conclusiones, por muy ajustadas a la teoría que estuvieran, no serían correctas, al menos si son enunciadas en el momento presente y con la legislación vigente.

Si se extrapolara la estrategia general estrictamente al ambiente aéreo, se tendría una situación similar, pues por muy autónomos y eficaces que sean y puedan llegar a ser los medios aéreos, siempre existirá una dependencia importante de los mismos, con el terreno en el que operan.

No se puede hablar del terreno, incluso desde el punto de vista estratégico, sin tener en cuenta el capítulo IV del Tratado Antártico. Y, aún así, es difícil deducir una conclusión rígida y clara, pues existen distintas interpretaciones que hacen a los expertos bascular entre dos teorías bases:

— Teoría de la *Terra Communis*, la interpretación más generalizada de esta teoría consiste en defender la posibilidad de mantener un título de copropiedad sobre el terreno, en este caso sobre el territorio de la Antártida, que sería ejercido por varios países, de manera simultánea.

— Teoría de la *Terra Nullius*, que algunos lo explican defendiendo que el continente antártico es de todos; pero en realidad la correcta interpretación sería que dicho territorio «no es de nadie» (18).

Todo lo que se ha escrito sobre el territorio se podría repetir, en los mismos términos, para el espacio aéreo que lo envuelve a él y a las mal denominadas «aguas jurisdiccionales», y que tiene unas características singulares, entre las que se pueden destacar las siguientes:

— El espacio aéreo correspondiente a la Antártida ocupa una posición estratégica de primer orden.
— La equidistancia de la Antártida a tres continentes (América, África y Oceanía) le confirma como elemento esencial para un posible control del tránsito aéreo.
— La meteorología del llamado Cono Sur se gesta en el continente blanco.

Dicho todo lo anterior, se podría calificar de éxito extraordinario la ratificación del Tratado Antártico, pues gracias a él, se ha conseguido que el espacio terrestre correspondiente tenga la condición actual de territorio internacional.

De alguna manera se podría decir que el espacio aéreo de la Antártida tiene el mismo tratamiento jurídico que el espacio aéreo sobre el «alta mar». Dicho con otras palabras, se puede afirmar, con arreglo al Derecho Internacional, que es mandatorio mantener como neutral, a todos los efectos, dicho espacio aéreo.

La neutralidad aérea se basa en dos pilares o principios:

— Principio de «imparcialidad»: por el que las restricciones o concesiones impuestas o autorizadas, tienen que ser las mismas para todas las partes, sin establecer privilegios ni «listas negras».
— Principio de «no-agresión»: por el que se prohíbe e impide llevar a cabo actos de agresión contra ningún país de forma institucional. Esto quiere decir que una agresión aérea, llevada a cabo desde el continente en su espacio aéreo, quebrantaría el estatus de neutral, si tuviera dicha agresión el calificativo de institucional.

(18) No se debe confundir la teoría jurídica con las revindicaciones reales. Este es el caso de las reclamaciones territoriales en la Antártida, por parte de Argentina, Australia, Chile, Francia, Noruega, Nueva Zelanda y Reino Unido. Entre estos países, tan sólo existe solape en las reclamaciones entre Argentina y Reino Unido; Chile y Reino Unido, y Argentina, Chile y Reino Unido.

— La posición geoestratégica de la Antártida se podría identificar, de alguna manera, con la de la Luna, pues su ubicación en el polo (19) lo capacita para potenciar las siguientes funciones y aptitudes:
  — Capacidad de reacción sobre el hemisferio sur inmejorable, consecuencia de la facilidad para mantener un sistema fiable de vigilancia y alerta del espacio aéreo.
  — Posibilidad de proyección sobre el mencionado hemisferio muy eficaz, debido si no a su equidistancia, sí a la falta de obstáculos terrestres y países intermedios, entre ella y los otros tres continentes «cercanos».
  — Salvaguardia ante agresiones en el hemisferio norte, imposible de conseguir en otras latitudes, esto es debido no sólo a la lejanía, sino también a que la rotación de la Tierra impediría, en caso de una agresión nuclear en el hemisferio norte, que la radiación llegara al hemisferio sur (20).

El apoyo aéreo logístico

Ya se han mencionado reiteradamente las dimensiones excepcionales del continente, su inhospitalidad y la gran dificultad, en ocasiones, para desa-

(19) Aunque la palabra polo es intuitiva y fácilmente definible, en la Antártida se podrían definir cinco tipos de polo distintos:
- Polo sur geográfico: corresponde al paralelo 90 °C S, donde el eje de rotación de la Tierra corta a la superficie terrestre.
- Polo sur magnético: punto de convergencia en el hemisferio sur, de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Este punto sirve para la navegación magnética y es móvil porque cambia de posición según varía el campo magnético.
- Polo sur geomagnético: representa la posición que tendría el polo sur magnético, si la Tierra se comportara como un imán homogéneo.
- Polo sur del frío: punto, del hemisferio sur, donde se registran las temperaturas más bajas. El 24 de agosto de 1960 se midieron –88 °C.
- Polo sur de inaccesibilidad relativa: punto, del hemisferio sur, de más difícil acceso por su lejanía de la costa. Se encuentra situado a 3.720 metros de altura.

(20) El 14 de febrero de 1967 se firmo en Tlatelolco, México, el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina. Este Tratado, que no incluye a Estados Unidos, es consecuencia de la resolución 808 (IX) de la Asamblea General de Naciones Unidas, por la que se prohibía totalmente el empleo y la fabricación de armas nucleares y de todos los tipos de las armas de destrucción en masa. Para muchos autores este Tratado fue propiciado por Estados Unidos, durante la guerra fría, ante el temor de un holocausto nuclear. Manteniendo desnuclearizado el hemisferio sur, y debido a la rotación de la tierra, aunque existiera una agresión nuclear importante en el hemisferio norte, el sur permanecería descontaminado.

rrollar los trabajos; todo ello refuerza una vez más la necesidad de contar con un apoyo logístico que sea «efectivo, eficaz y eficiente», propiedades todas ellas cumplidas por el apoyo logístico por el transporte aéreo.

Siempre, al hablar de logística, se puede afirmar que sus conceptos, los conceptos logísticos, son mucho más fáciles de definir que de implantar. No es extraño, por lo tanto, que se pueda decir que el apoyo logístico no es más que un proceso o un conjunto de acciones por las que un «suministrador», civil o militar, puede mantener la capacidad operativa de un «consumidor», durante el tiempo que sea preciso.

Para que dicho apoyo logístico llegue a ser «efectivo, eficaz y eficiente», y no termine en declaración de intenciones más o menos atractivas, tiene que cumplir los siguientes requisitos:

— Oportunidad: el material y el personal deberán estar en el momento adecuado. Una demora de los mismos podría provocar no sólo el incumplimiento de la tarea, sino, lo que sería peor, tener que lamentar bajas humanas o imposibilidad para recuperar equipos costosos.
— Si el suministro se adelanta, el problema lejos de resolverse, empeora como consecuencia de acumularse funciones y tareas no planeadas, de faltar previsiones en la recepción del material transportado o de provocar el deterioro al equipo recibido, al no existir el control requerido.
— Naturaleza: el suministro de material o la llegada de relevos y refuerzos de personal deben ajustarse a la naturaleza del requerimiento. La eficiencia, en este caso, se consigue exclusivamente abarcando los dos campos «naturales»:
  — Calidad del material y del personal: ambos deben ser cubiertos con el transporte y entrega de aquello que se necesita o algo similar e interoperable; de lo contrario, tanto el «exceso», que implicaría un gasto difícilmente aceptable o que requeriría una mayor dedicación y cualificación en su mantenimiento; como la carencia, que provocaría un deterioro en la operatividad o un mayor esfuerzo del personal, para conseguir los mismos resultados, serían indeseables.
  — Cantidad del material y personal: una producción y transporte escaso de los mismos afectaría muy negativamente a la misión. Pero si ellos fueran en exceso, no sólo no favorecerían el cumplimiento de las taras, sino que provocarían desgastes adicionales de mantenimiento, deterioro de los mismos y reducción de su vida y gastos importantes de «almacenaje». Estos últimos, que no siempre hay que identificarlos con unidades monetarias, pueden llegar

a ser críticos, al no disponerse de habitáculos y almacenes sobrantes (21) en la Antártida.

— Precisión: es otro requisito que en la Antártida puede revestir niveles dramáticos. Material y personal tienen que ser transportados hasta el punto preciso para su recepción o para ulteriores transportes. Una entrega imprecisa, generará desplazamientos adicionales por parte del receptor, lo que la puede transformar en una entrega inútil o poco eficaz.

El transporte aéreo, como elemento esencial para el apoyo logístico

Conviene resaltar que cuando se hace referencia al transporte aéreo, se está hablando de todos aquellos desplazamientos que utilizan el espacio aéreo como medio; es decir, no se tiene porqué hacer distingos entre aviones de ala fija o ala móvil, ni entre aviones con motor convencional o de turbina.

El medio de desplazamiento siempre es el mismo y, en consecuencia, todos gozarán de las características intrínsecas de los medios aéreos:

— Características positivas: movilidad, rapidez, ausencia de obstáculos y flexibilidad.
— Características restrictivas: elevado coste, dependencia meteorológica, escasez de medios y vulnerabilidad (22).
— La mejor, y tal vez la única, manera de potenciar las características positivas y reducir al máximo los efectos de las características restrictivas, se consigue empleando el transporte aéreo, de acuerdo con sus principios de empleo, que no son otros sino: «urgencia, necesidad y unidad de mando».
— Urgencia: los medios aéreos deben ser utilizados sólo cuando la influencia de la velocidad en el transporte sea una variable esencial. Es decir, cuando el uso de otro medio de transporte no sea viable desde el punto de vista de la misión, por no cumplir el requisito de «la oportunidad».
— Necesidad: los medios aéreos sólo deben ser empleados, si se quiere ser eficiente, para transportar aquella «carga de pago» concreta que el

(21) Aunque en la Antártida se usa siempre que se puede la multifunción para el personal y el material, en el caso del almacenaje, existen muchas incompatibilidades entre artículos, para ser almacenados de manera idéntica y en el mismo habitáculo, por cuestiones de seguridad.

(22) Aunque los vuelos desde el continente americano se ejecutan con aviones de ala fija, por problemas de radio de acción de las aeronaves, en el interior, es decir en el continente antártico se realizan muchos enlaces entre bases a través de aeronaves de ala móvil (helicópteros). Hay que tener en cuenta que muchas bases, entre ellas las dos españolas, tan sólo cuentan con helipuerto.

consumidor necesita, en otro caso, si bien se podrá conseguir una eficacia alta, el coste también lo será y, en consecuencia, el transporte no será eficiente.

— Unidad de mando: aunque este «principio de empleo» parece un término militar, sirve para todas las empresas logísticas y más aún cuando se cuenta con el transporte aéreo, como un elemento esencial para el transporte logístico.

La Antártida ofrece muchas posibilidades de operación, pero no en todas las bases. Por esta razón, es imprescindible una coordinación del transporte al máximo nivel, con la mayor participación internacional posible.

La necesidad de coordinar transportes aéreos, navales y terrestres en tiempo, lugar, volumen y peso, obliga no sólo a un estudio concienzudo del transporte y de su doctrina de empleo, sino también a unos acuerdos múltiples de compensación, nacionales e internacionales.

Las cargas a transportar y lanzar por vía aérea

Para tratar el problema complejo de la carga es necesario tener en cuenta los requisitos, las características y los principios de empleo del transporte aéreo que ya se han enumerado, en caso contrario, tal vez se puedan analizar las necesidades logísticas de una base, pero los cálculos no serán explotables, desde el punto de vista aéreo, que siendo tal vez más sencillo que el resto, requiere un tratamiento y análisis específico.

La carga que se transporta por vía aérea a las bases, está constituida por personal y material, que tiene las siguientes peculiaridades:

— Personal: lo constituyen los contingentes relativos a los relevos, refuerzos y asistencias especiales.
— Material: suele ser delicado, costoso, poco voluminoso, urgente y, cuando se transporta desde el continente americano, su peso está supeditado a alcanzar los niveles de combustible requeridos.

Con respecto al combustible, aunque las tripulaciones aéreas llevan a cabo estudios y cálculos muy precisos, el vuelo en el interior de la Antártida requiere unas estimaciones adicionales consecuencia de las siguientes características del vuelo y de escenario:

— La pista condiciona la carga: las dimensiones de la pista, el viento dominante, la elevación del aeródromo, así como la experiencia y capacitación de la tripulación, van a ser factores esenciales a la hora de calcular la carga. Cuando el transporte de la carga es esencial, lo que se hace es escoger la pista (la base) que le admita y que se

encuentre más próxima al punto de entrega, con objeto de continuar el traslado posterior con el empleo de helicópteros o vehículos capaces de desplazarse a través de la nieve.

— La meteorología determina el alcance: se entiende por «alcance» la distancia que una aeronave es capaz de recorrer antes de tomar tierra. Este concepto que es común para todas las aeronaves requiere una matización, pues con objeto de poder finalizar el vuelo en otro aeródromo, «aeródromo de alternativa», en el caso de que las condiciones meteorológicas no permitan hacerlo en el «aeródromo de destino», las aeronaves deben disponer de un combustible remanente para una vez intentado el aterrizaje en el previsto, volar hasta el de alternativo si fuera necesario. Cuando se habla de la Antártida y el transporte aéreo, no sólo hay que hacerlo en relación con las grandes distancias que se tienen que volar para enlazar las distintas bases, sino también, de las condiciones meteorológicas tan extremas en las que hay que desarrollar el vuelo, por un lado, y de lo difícil que resulta pronosticar el tiempo de manera fiable, por otro. A la hora de decidir, siempre hay que considerar en el transporte aéreo la relación entre dos variables, el peso a transportar y el combustible necesario, o dicho con otras palabras, la disyuntiva está entre la carga de pago y la distancia a la que se quiere trasladar con un nivel de riesgo aceptable.

— Las instalaciones y depósitos de las bases determinan el radio de acción de la aeronave (23): se entiende por «radio de acción» de una aeronave la distancia que es capaz de volar alejándose del aeródromo de partida, para efectuar una misión y volver. El valor del radio de acción aparece en los manuales operativos de cada avión, en los que una serie de tablas y gráficos permiten conocerlo al piloto, dependiendo de la altitud a la que se va a volar y de la carga que se necesita transportar y de la magnitud del mismo. Este concepto se utiliza principalmente, en aquellas ocasiones en las que la aeronave, por alguna razón, no puede repostar, en la base de destino, de los fluidos que precisa, tales como combustible, aceites y oxígeno. La causa de esta imposibilidad se debe bien porque la base de destino no tiene

(23) La disponibilidad, por parte de las bases, de depósitos de combustible, lubricantes, líquido hidráulico, oxígeno, etc., no depende de la naturaleza de aquéllas, es decir, de si son permanentes o temporales. Las instalaciones no sólo implican un desembolso, sino espacio, transporte y montaje de los depósitos y, lo que es más costoso en personal, fondos, material y tiempo, que es el desarrollar la función de mantenimiento de los depósitos en estado de vuelo.

dichos fluidos, o bien porque los que dispone no son compatibles con los que se necesitan. El comandante del avión, además de tener en cuenta la meteorología, carga, distancia, longitud de pista, etc., elementos que consideraría para toda clase de vuelo, tiene que incluir también la existencia o no de instalaciones, apoyos y depósitos para repostar una vez arribado al aeródromo de destino.

— La tripulación determina la autonomía: se entiende por autonomía de una aeronave el tiempo que dicha aeronave es capaz de mantenerse en vuelo; esta magnitud depende del nivel de vuelos al que se va a volar, de la carga que se va a transportar, del régimen de crucero que se va a mantener y de la capacidad de combustible que dispone el avión. Al igual que ha sucedido cuando se han tratado los anteriores conceptos, el vuelo sobre los hielos antárticos es más penoso que sobre otro tipo de superficies, consecuencia de lo extremo que es el clima y de lo inhóspito, monótono y peligroso que es el terreno. Todo ello hace más fatigoso el vuelo y por esa razón, aunque el avión disponga de 12 horas de autonomía, la tripulación no es capaz de volar tanto tiempo de acuerdo con las normas de seguridad en vuelo. En el caso de los vuelos de reconocimiento y vigilancia, sobre todo en los de reconocimiento biológico o de vigilancia meteorológica, los aviones tienen que llevar las tripulaciones completas duplicadas y, en algunos puestos concretos, como navegante y radarista, triplicadas.
— Influencia del tipo de cargas: aunque el concepto de carga es intuitivo, una aeronave puede transportar distintos tipos de carga según sea la naturaleza, urgencia e importancia de la misión (24).
— Carga útil o de pago: es la máxima carga que en situación normal, un avión es capaz de transportar. En este tipo de transporte aéreo, la seguridad del personal y del material está siempre por encima de toda consideración operativa.
— Carga tipo: en este caso, el comandante del avión transporta una carga (personal, material y equipos) homogénea y operativa, de tal manera que una vez aterrizado y descargada en el lugar de destino, o lanzada sobre la zona prevista, constituye «un todo operativo». Es fácil deducir que este tipo de carga es menor que la útil y que depende más del volumen (sus dimensiones) que de su peso.

(24) El peso de las cargas puede variar cuando, por necesidades operativas, se necesita utilizar la estiba vertical, en este caso es la rapidez en la descarga y el volumen de la carga, lo que prima sobre otras consideraciones.

— Carga militar: en este caso, la misión es lo más importante y, por lo tanto, la seguridad del personal y del material ocupa un segundo lugar. En este tipo de vuelos, los riesgos que se arrostran son superiores y por lo tanto la decisión de llevarse a cabo debe ser tomada a muy alto nivel. Como contrapunto, a lo mencionado, los aviones son capaces de transportar y suministrar mayor carga de lo habitual (25).

El efecto del frío en las tripulaciones aéreas

La existencia de una climatización autónoma dentro de las aeronaves puede inducir al error de considerar que las tripulaciones (26), gozan en todo momento de unas condiciones ambientales soportables e incluso agradables. Esto ni sucede en todo momento, ni se puede saber con precisión en qué periodos de tiempo van a estar climatizados y a qué temperaturas.

El desarrollo de una misión no empieza cuando se «sueltan frenos» en el despegue, ni termina cuando se «divisa al señalero», después de tomar tierra. Los vuelos requieren de una profunda planificación siempre, y mucho más cuando se desarrollan en condiciones polares. Todo vuelo requiere de una serie de inspecciones y trabajos en tierra, de las que se reseñan en el cuadro 2 las más importantes, por su penosidad, duración o cualificación que necesitan.

Algunas de las actividades mencionadas se realizan en la Antártida a la intemperie y debido a lo delicado de las mismas, en ocasiones resulta muy difícil ejecutarlas vistiendo guantes.

Cuadro 2.– *Actividades en tierra de una misión.*

Inspecciones	Prevuelo, exterior e interior.
Maniobras	Prueba de motores, carga y descarga.
Trabajos	Repostaje, estiba, preparación del vuelo.
Briefings	Previo, posterior y meteorológico.

(25) En el caso del C-130 *Hércules,* que en situación normal puede despegar con 150.000 libras de peso, como carga útil, si lo hace con la carga militar, puede llegar a las 175.000 libras de peso al despegue.

(26) En un avión de transporte, la tripulación tipo es de piloto, copiloto, mecánico y supervisor de carga; algunas veces puede estar incrementada por un navegante. En el caso de un helicóptero, la tripulación tipo de es piloto, copiloto, mecánico y operador de grúa.

Las bajas temperaturas producen en las tripulaciones efectos indeseables que si bien pueden y deben ser evitados, las medidas de protección que se necesitan adoptar prolongan obviamente los periodos de trabajo en tierra, producen un aumento del personal dedicado a las tareas de vigilancia y seguridad, e incrementan el costo de las operaciones en valor absoluto.

Tal vez el incremento sobre el valor relativo no sea importante, debido a que un abandono en las medidas de protección puede mermar la eficacia de las tripulaciones e, incluso, producir bajas de carácter grave, que se traducirían en una pérdida de operatividad.

En todo caso, los riesgos están ahí y otro tanto sucede con los efectos que pueden producir el frío y que no son sino: lesiones en los tejidos (heridas o quemaduras) e hipotermias (pérdida de la temperatura corporal):

— Heridas: se producen en situaciones de frío intenso, el cuerpo reduce sus funciones fisiológicas y, con ellas, el flujo sanguíneo, con lo que la piel y los tejidos se encuentran más indefensos y más expuestos a lesiones. Estas lesiones pueden ser:
  — Superficiales: en las que se producen ampollas y no hay pérdida de la epidermis y, aunque se reduce la sensibilidad de la piel, ésta puede ser rápidamente recuperada.
  — Profundas: cuando hay una pérdida de la epidermis y, en ocasiones, de los tejidos más profundos. En este caso no sólo habrá una reducción de sensibilidad, sino que aparecerá el dolor cuando se quiera manipular alguna herramienta o se quiera efectuar algún desplazamiento, según estén situadas las heridas en las extremidades anteriores o posteriores.
— Hipotermia: es una pérdida del calor corporal como consecuencia de una exposición prolongada al frío y que produce una serie de efectos indeseables, como los que se relacionan en el cuadro 3.

Cuadro 3.– *Efectos de la hipotermia.*

< 35,5 °C	Lentitud en los movimientos. Escalofríos continuos. Somnolencia. Pérdida de conocimientos.
< 32,0 °C	Inicio de amnesia. Pérdida de la capacidad intelectiva.

Las medidas a tomar en estos casos son intuitivas y muy sencillas:

— Protección: es una medida preventiva y se basa principalmente en la utilización de ropas de abrigo, cambiadas con regularidad y buscando un punto de humedad adecuado para evitar la formación de heridas.

— Reanimación: es una medida asistencial que se basa en procesos de calentamiento, reanimación y abrigo.

Como puede observarse, ambas medidas requieren del cuidado y del abrigo; el cuidado necesita tiempo y el abrigo hace perder movilidad, agilidad, fuerza y aumenta la fatiga. Por esta razón será necesario incrementar las previsiones sobre los tiempos establecidos para los trabajos en tierra (27) y también sobre el número de personas dedicadas a ellos, con objeto de reducir la fatiga en lo posible. Cuando se habla de la tripulación aérea que va a volar después de haber ejecutado varias tareas en tierra bajo condiciones indeseables, será necesario añadir «el tiempo de vuelo al tiempo de trabajo en tierra» para calcular «el tiempo total de actividad».

El tiempo de actividad está establecido y regulado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y equivale a la acumulación del tiempo que emplea una tripulación en realizar una misión. Obviamente, este tiempo está formado por los desplazamientos obligados hasta la zona de embarque y desembarque, por las operaciones en tierra, por la preparación del vuelo, por éste y por la finalización administrativa de la misión, cumplimentación de los libros, descarga del material, etc. (28).

Aunque como se puede ver en el cuadro 4, p. 220, que todos los países, como hace España, pueden modificar para sus Fuerzas Armadas el tiempo de actividad (29), nunca lo será de forma muy significativa.

(27) Se puede tomar como norma que las operaciones de mantenimiento al aire libre suponen más del doble de tiempo calculado para situaciones habituales. Al mismo tiempo, los mecánicos sienten inseguridad por la falta de sensibilidad y el riesgo de congelación en sus manos.

(28) Cuando las tripulaciones se pasan en el tiempo de actividad, se toman medidas no sólo contra ellas, sino también contra sus superiores y en especial del jefe de operaciones. A los primeros se les impide volar en los días siguientes, y a los responsables se les pueden imponer sanciones.

(29) La razón de incluir el tiempo de actividad como un elemento básico para el planeamiento de las acciones aéreas se debe a que está científicamente demostrado, que la fatiga de la tripulación, a diferencia del grado de estrés, influye proporcionalmente en la generación de indicentes de vuelo.

Cuadro 4.– *Tiempo de actividad.*

Hora de despegue	OACI	Fuerzas Armadas
< 9,00	13 horas 30 minutos	16 horas
> 9,00	11 horas 30 minutos	14 horas

Existen otros países, como es el caso de Estados Unidos de América, en los que se toma como límite, el establecido por la OACI, sin efectuar ninguna corrección. Además de los efectos que producen los descensos de temperatura ambiente, hay que añadir el llamado frío fisiológico o sensación que tiene un cuerpo como consecuencia de la conjunción de la temperatura y la intensidad del viento.

Una base aérea permanente en la Antártida

Las servidumbres que tienen los medios aéreos para operar son, en teoría, los mismos en el polo sur que en el desierto del Kalahari, lo que ocurre es que la resolución de este problema logístico se realiza con menos margen de tolerancia en aquellos parajes aislados, alejados y agresivos que en los que por su proximidad a las metrópolis y por su benignidad climática permiten un despliegue de medios más prolijo y menos defendido que en los primeros.

En todo caso existen unos mínimos operativos, por debajo de los cuales un despliegue es totalmente ineficaz. A estos mínimos, hablando de la Antártida, hay que añadir otros elementos que por su condición de esenciales para la supervivencia tienen que ser redundantes, cuadro 5.

Los problemas logísticos, de una base aérea permanente, se intentan resolver con un exquisito y científico planeamiento, un conocimiento profundo del terreno, del entorno, de la meteorología y de la misión y una dosis amplia de sentido común, catalizador básico en todo «proceso de la decisión».

Se podría decir que son bases aéreas en miniatura en las que un operario realiza varios y diferentes cometidos, por lo que los responsables de «los recursos humanos» tienen que estudiar concienzudamente el perfil de las personas que se necesitan y el de los posibles candidatos.

Las instalaciones mínimas de una base aérea permanente incluyen las secciones elementos, dependencias e instalaciones siguientes:

Cuadro 5.– *Tabla de la temperatura.*

Velocidad del viento		Tabla de la temperatura equivalente de enfrentamiento por el viento										
Nudos	Km/h											
Calma	Calma	0	–5	–10	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45	–50
Sensación térmica por efecto de enfriamiento del viento												
3	8	–2,5	–7,5	–12,5	–17,5	–22,5	–27,5	–32,5	–37,5	–45	–50	–55
7	16	–7,5	–12,5	–17,5	–25	–32,5	–37,5	–45	–50	–57,5	–62,5	–67,5
11	24	–10	–17,5	–25	–32,5	–37,5	–45	–52,5	–57,5	–65	–72,5	–77,5
16	32	–12,5	–22,5	–25	–35	–42,5	–50	–57,5	–65	–70	–77,5	–85
20	40	–15	–22,5	–30	–37,5	–45	–52,5	–60	–67,5	–75	–82,5	–90
24	48	–17,5	–25	–32,5	–40	–47,5	–55	–62,5	–72,5	–77,5	–85	–95
29	56	–17,5	–25	–32,5	–42,5	–50	–57,5	–65	–72,5	–80	–87,5	–95
33	64	–20	–27,5	–35	–42,5	–50	–60	–65	–75	–82,5	–90	–97,5
El viento superior a 64 kilómetros/hora no produce cambios significativos		Peligroso		Muy peligroso			Extremadamente peligroso					
		Peligro de congelación del cuerpo humano expuesto al viento sin el equipo apropiado										

— Pista de aterrizaje y despegue, zona de aparcamiento y de evolución de aeronaves en tierra. Las características del terreno permiten que la pista pueda ser de cemento o sencillamente de hielo «preparado» (30).

— Sección de apoyo a la navegación aérea y a la aproximación de aeronaves. Esta dependencia es responsable de la operación y mantenimiento de equipos tales como:

  — VOR (*Very High Frequency Omnidirectional Range*), que proporciona situación de la aeronave con respecto a una estación terrestre.

  — DME (*Distance Measuring Equipment*), que proporciona distancia a una estación.

(30) Como consecuencia de las bajas temperaturas, las velocidades mínimas de control de las aeronaves disminuyen, por lo que las fases de aproximación y aterrizaje se realizan a menor velocidad, y en consecuencia se necesita una menor longitud de pista, para efectuar dichas maniobras.

— ILS (*Instrumental Landing System*), que proporciona posición del avión con respecto a la senda o trayectoria preestablecida para el aterrizaje.
— ADF (*Automatic Direction Finder*), que proporciona posición de una estación con respecto al avión.
— PAPI (*Precision Approach Patch Indicator*), que permite la aproximación para el aterrizaje observando un juego de luces instalado a un lado de la pista. Este sistema es más utilizado en la Antártida que el VASIS (*Visual Approach Slope Indicator System*) por ser más económico, menos voluminosos y con mayor grado de fiabilidad.
— GPS (*Ground Position System*), que proporciona, en tiempo real, la posición de una aeronave, con independencia del espacio en el que se esté volando. Un excelente aprovechamiento del GPS es su interconexión con el equipo de navegación inercial.

Se acaban de mencionar tres características, economía, volumen y fiabilidad que se conjugan constantemente en la Antártida, sin mencionar otras consideraciones, no menos importantes, como el de vida operativa del material o posibilidad de fabricación nacional:

— Sección de comunicaciones, que cubre la gama habitual aeronáutica (VHF y UHF) y otras frecuencias, como las del HF, menos frecuente en la operatividad de una base en el continente antártico, que aprovechan las microondas o incluso la línea telefónica.
— Sección de asistencia a las aeronaves en tierra, con los consiguientes servicios de: combustibles, contraincendios, oxígeno, rescate de tripulaciones aéreas, etc. (31).
— Sección de bienestar y acción social, en este campo la imaginación, cultura y tradición de la base es la que prima, la mayor parte de las veces, sobre la seriedad de la misión y la importancia de los objetivos.

Dentro de un espacio reducido y de manera autónoma, las bases aéreas pretenden proporcionar un amplio abanico de posibilidades de ocio y bienestar, y hacer olvidar a sus ocupantes que se encuentran a miles de kilómetros de sus familias y de su entorno habitual.

(31) En algunas actividades, como en la de rescate de tripulaciones, los responsables tienen que tener un mayor entrenamiento y experiencia que en otros parajes, porque al riesgo de perecer quemadas las tripulaciones, hay que añadir el de ser afectadas por los efectos de la congelación. De igual manera, la conducción de los vehículos de rescate hasta el avión siniestrado, por pistas heladas, requiere mayor habilidad de la habitual.

Servicios tales como vídeoteca, biblioteca, fonoteca, bar, disco, gabinete de idiomas, etc. Son muy habituales, aunque en ocasiones se encuentren todos en la misma habitación.

Algunos países, como Chile, en su base aérea *Presidente Frei*, permiten que las personas allí destinadas, los oficiales lo están por un periodo de dos años, puedan permanecer con sus familias, esposas, esposos e hijos, por lo que mantienen activadas escuelas, subvencionadas por su propio Gobierno, que no por el Ministerio de Defensa, en las que se imparten conocimientos generales para la franja de edades más numerosa en la base aérea.

En este tipo de bases existe también una variedad de servicios capaces de facilitar la vida de las personas allí destinadas. Entre ellos, cabe destacar los siguientes: servicio de correos, sucursal bancaria, supermercado, viviendas, hospital con servicio médico y farmacéutico.

Como antes se ha mencionado, los servicios se realizan con el menor número de efectivos posible y en el mayor de los casos, cada persona desarrolla diferentes y diversos cometidos.

Modelo operacional aéreo en la Antártida

Tal vez sea el caso chileno el más claro a la hora de poder analizar cómo los medios aéreos pueden erigirse en los paladines de la proyección de la política y prestigio de un país de manera internacional.

La razón de mencionar de manera especial a la República de Chile, se debe principalmente a que el empleo de los medios aéreos en la Antártida y de manera más concreta, la utilización de las Fuerzas Aéreas chilenas en el continente blanco y en su entorno, convierte a sus aviadores en verdaderos expertos para todo lo referente a la operatividad bajo condiciones meteorológicas severas.

Se puede decir que todo empieza con la operación *Aurora Austral* (32) y que se materializa inicialmente, en 1980, con la llamada operación *Skua 1*, cuya misión era la de desarrollar las actividades aéreas necesarias, por medio de exploraciones, para mantener una presencia real y eficaz de la

(32) Operación gestada en el territorio antártico por la Fuerza Aérea chilena para apoyar y consolidar la misión que le ha encomendado el Estado. Operación *Aurora Austral;* serie operaciones aéreas; año 1 volumen 1, número 3; p. 7; Fuerza Aérea de Chile. Mayo,1999.

Fuerza Aérea de Chile. Los elementos básicos de la operación se podrían determinar de la siguiente manera:

— Participación: se concretó en la presencia de las tripulaciones aéreas (pilotos, navegantes, ingenieros de vuelo, supervisores de carga, observadores, etc.) y de los especialistas (de mantenimiento, abastecimiento, meteorología, comunicaciones, apoyo, etc.).
— Bases: la operatividad se limitó a tres bases aéreas: *Presidente Eduardo Frei Montalva*, *Gabriel González Videla* y *Rothera*. De las que las dos primeras son chilenas y la última británica.
— Objetivos: desarrollar operaciones desde la pista de aterrizaje e instalaciones de la base aérea *Presidente Frei*. Instruir y adiestrar a los pilotos y resto de las tripulaciones chilenas, para operar bajo tales condiciones. Analizar el aprovechamiento de la experiencia e instrucción alcanzadas para proyectarlas sobre otros puntos de la Antártida. Desplegar los medios aéreos a las bases de *Videla* y *Rothera* para operar de forma habitual desde ellas.

Terminada con éxito la operación *Aurora Austral*, comenzó en 1981 la fase *Skua 2* que contaba con los elementos básicos siguientes:

— Participantes y bases: las mismas utilizadas durante la operación precedente, pero con la ventaja de poder relegar a segundo término la instrucción, toda vez que la Fuerza Aérea ya disponía de tripulaciones adiestradas.
— Objetivos: alcanzar la isla de Adelaida y al fósil Bluff, consiguiendo en ella una capacidad mínima operacional. Reconocer, medir y fotografiar el terreno, con objeto de levantar una cartografía primaria de la zona. Transportar, montar y activar un refugio, capaz de permitir las operaciones desde la isla.
— Medios aéreos: aeronaves de ala fija, el C-130 *Hércules* y el DH-C6 *Twin Otter,* y de ala rotativa, el *Bell 212*. El éxito de la operación, permitió a la Fuerza Aérea de Chile, ofrecer su apoyo operativo a la Universidad de Santiago de Chile y al Servicio de Rescate Andino para todos los trabajos científicos que estaban realizando sus especialistas y, que por causa de la distancia y meteorología, no se habían propuesto alcanzar en aquellas latitudes tan bajas, para continuar sus experiencias.

La siguiente actuación de la Fuerza Aérea de Chile fue la operación *Estrella Polar*, que se desarrolló a lo largo de 1984 y cuyos elementos básicos fueron los siguientes:

— Finalidad: demostrar la integridad territorial (33) de Chile con la presencia, al menos temporal, de su Fuerza Aérea y de la bandera nacional. Activar una nueva base de operaciones, con la doble capacidad operacional y científica. Profundizar en el continente antártico, más allá de las bases previamente establecidas y de la cartografía disponible. Apoyar con los medios aéreos, en especial de transporte y reconocimiento, a la política del Gobierno chileno en su proyección internacional.

— Fases y medios utilizados: construir una estación, la base *Teniente Carvajal*, que fuera capaz de ejercer las funciones propias de un centro de operaciones, con objeto de controlar desde ella todas las acciones aéreas y el apoyo a las misiones científicas que se desarrollaran «en profundidad». Realizar vuelos de incursión y de navegación, llevados a cabo por dos aviones *Twin Otter*, hasta el polo sur. Durante este vuelo, se aprovechó para verificar la exactitud de los equipos de navegación aérea autónomos, basados en la técnica Doppler, así como de la eficacia de las previsiones meteorológicas, a medio plazo. Para efectuar estas actividades se contó con un reducido número de puestos de observación, procedimientos de comunicación de segunda generación y estaciones de proceso y análisis de datos en el continente americano. Construir una pista de aterrizaje, la *Teniente Rodolfo Marsh*, pista de reducidas dimensiones y terreno semi preparado, que no obstante permitió conocer las excelentes posibilidades de la Fuerza Aérea, no sólo para operar desde ella como aeródromo de despliegue, sino también para establecer campamentos que albergaran equipos de apoyo a las operaciones aéreas y, de manera especial, a las tareas científicas, figura 3, p. 226.

Dos años más tarde, en 1986, empezaría lo que pudiera ser la tercera operación antártica, durante la que se reconocieron las áreas adyacentes a las bases originarias, descubriéndose que la zona de Patriot Hills reunía una serie de requisitos inmejorables para sus propósitos más importantes. En efecto, dicha área era especialmente apta para:

— Llevar a cabo despegues y aterrizajes de aeronaves, toda vez que las elevaciones de las áreas vecinas posibilitaban la aproximación, y la

(33) Después de la victoria de Napoleón, cada nueva república recibió la propiedad absoluta de las tierras situadas dentro de los límites que España había concedido a través de las Reales Cédulas, que se conocen como el principio *utis possidetis*, y para la República de Chile suponían, de acuerdo con el Decreto número 1.741 de 1940, firmado por el presidente Pedro Aguirre Cerdá, una extensión de 1.250.000 kilómetros cuadrados, desde el polo sur hasta el mar Drake.

topografía del terreno admitía una franja llana, a pesar de la colina de Patriot. La franja se aproximaba al kilómetro de longitud y su orientación no discrepaba sensiblemente de la dirección dominante de los vientos, imprescindible para las operaciones de los aviones.

— Realizar operaciones preplaneadas y mantenidas desde Patriot Hills, al posibilitar la construcción de refugios con un grado de afectación al medio ambiente de «mínimo despreciable» (34).

Figura 3.– CN-235 *en la base antártica chilena del* Teniente Marsh, *verano austral.*

No es hasta el año 1996 cuando un avión C-130 *Hércules* aterriza en *Patriot Hills* lo que produce un incremento exponencial de la operatividad del campamento-base. Esta proyección de los medios aéreos en las proximidades del glaciar, posibilitaron, primero iniciar y, poco después, elevar la actividad de las tareas científicas en la zona y de manéra especial las relativas a los estudios sobre glaciares, sobre sus desplazamientos, sobre la forma en la que afectan a las zonas primitivas por las que discurren y sobre las previsiones relativas a su comportamiento.

También se llevaron a cabo otras mediciones topográficas y estudios de geodesia, relativas a nuestro Planeta en general y a la Antártida en particular. Sin duda la pieza más importante para el desarrollo de este proyecto científico lo constituyó el Instituto Antártico Chileno, de la Universidad de Magallanes.

No se debe obviar que uno de los principales objetivos que persigue Chile y que intenta completar con su presencia en la base de *Patriot Hills,* es conseguir que la vigilancia y el control de sus espacios aéreos y marítimos sean efectivos, completos y eficaces. La continuación de estas operaciones (35) tuvo su más reciente exponente, en enero de 1999, con el inicio de la *Aurora Austral III*, donde la Fuerza Aérea chilena y un selecto equipo de expertos ingenieros de la Academia Politécnica Aeronáutica (APA) participaron formando un equipo homogéneo, con dirección colegiada, en la operación *Nomad*.

La operación *Nomad* consistía en la búsqueda y recate, por procedimientos cibernéticos, de los meteoritos que caen en la Antártida. A veces existe un cierto error generalizado al creer que tanto la Antártida como Siberia son zonas «preferidas» por los meteoritos para «aterrizar». Lo que sucede, por un lado, es que la extensión de terreno es muy vasta y, por el otro, porque el terreno facilita el que las huellas dejadas por ellos se mantengan en su situación inicial durante centurias, como consecuencia del efecto reducido de la erosión.

Por otra parte, el problema de la búsqueda y el rescate requiere la exploración de grandes zonas, la permanencia en la misma, la recogida de ele-

(34) El primer refugio se construyó el 5 de diciembre de 1988 y a él seguirán otros cinco más, todos ellos fabricados con fibra de vidrio y unidos a través de un túnel, con objeto de conseguir una base semipermanente en las proximidades del glaciar.

(35) La vigilancia y el control marítimo se deben de realizar a partir del paralelo de 60° de manera inocente, es decir que los medios persuasivos utilizados no pueden implicar el uso de ningún tipo de armamento.

mentos pesados y su transporte hasta áreas en las que pudieran ser trasladados por procedimientos aéreos o terrestres tradicionales.

La aplicación de la robótica (36) en estos menesteres ha propiciado, permanencia en el área, eficacia en las labores de búsqueda y transporte y seguridad en la selección de los materiales a transportar, durante todas las funciones que se desarrollaron en la operación.

Un ejemplo patente de lo que se ha mencionado fue el éxito que la operación *Nomad* tuvo al localizar un meteorito situado a más de 100 kilómetros de la base, en un entorno con temperaturas ambiente de –70 °C.

La autonomía del robot utilizado es tal, que no sólo es capaz de desplazamientos, búsquedas, análisis, recogida y transporte de elementos, sino que también puede discriminar, por sí sólo, qué rocas son interesantes para su posterior análisis e investigación, y cuales deben ser desechadas.

El primer vuelo polar en helicóptero

Dentro del marco de la operación *Aurora Austral III*, tuvo lugar el hecho por el que una aeronave de ala móvil llegara al mismísimo polo sur. El helicóptero, un UH-60 *Black Hawk*, pertenecía al Grupo de Aviación número 9 (37) de la Fuerza Aérea de Chile y el principal propósito de esta operación era no sólo alcanzar un nivel de prestigio internacional elevado, derivado de la gesta conseguida, sino también demostrar que Chile, a partir de ese momento, estaba dispuesto a la búsqueda y rescate de personas allá donde fuera necesario.

El vuelo se realizó en cinco etapas, que partiendo de la base aérea de *Punta Arenas,* aterrizó sucesivamente en las siguientes bases: *Puerto Williams,* base aérea antártica *Presidente Eduardo Frei Montalva*, base *Teniente Carvajal*, *Patriot Hills* y base *Amundsen-Scott* (en el polo sur), donde arribaron el 28 de enero de 1999, a las 18 horas 50 minutos.

El vuelo del *Black Hawk*, que totalizó una distancia de 4.568 kilómetros, entre *Punta Arenas* y la base estadounidense, estuvo permanentemente escoltado por dos aviones *Twin Otter* de la Fuerza Aérea de Chile.

(36) El vehículo-robot, obviamente todo terreno, aunque consume poco combustible, la velocidad de su desplazamiento es de tan sólo dos kilómetros/hora; por el contrario, la exactitud en su ubicación y en los desplazamientos es muy alta, pues está dirigido a distancia a través de comunicaciones digitales, vía satélite.

(37) El comandante en jefe, general del Aire, Fernando Rojas Vender, participó como un miembro más de la tripulación.

Con objeto de conocer, en todo momento, la posición del helicóptero, la Fuerza Aérea de Estados Unidos proporcionó un equipo identificador IFF (*Identification Friend or Foe*), vía satélite.

Búsqueda y Rescate (SAR) Search and Rescue

En realidad la búsqueda y rescate iniciales que se conocían históricamente se basaban en el rastreo y recuperación de las víctimas de los naufragios (38), pero tan pronto aparece la navegación aérea el vacío generado por el nuevo riesgo es ocupado por una extrapolación, hacia los accidentes aéreos, de las técnicas y tácticas marítimas que entonces se conocían.

A pesar de la escasa densidad que se contabiliza en la Antártida, y que de alguna manera se podría calificar de nula, el hecho de que la operatividad terrestre, naval y aérea se desarrolle en condiciones meteorológicas y topográficas muy severas, hace del «salvamento» un elemento crucial a la hora de organizar una expedición o de autorizar un nuevo emplazamiento.

Los medios aéreos no sólo están presentes de una manera esencial en la Antártida, sino que se puede asegurar, sin ningún tipo de exageración, que sería imposible concebir, sin su presencia, el desarrollo de la investigación científica, de su progresión, de la velocidad de dicha intensidad y crecimiento del mismo en el continente blanco.

Como antes se ha mencionado, la primera fase de esta actividad es la búsqueda y, con independencia del mayor o menor acopio de datos que se consiga antes del despegue, la realidad siempre obligará a desarrollar la búsqueda en terrenos abruptos y con difíciles referencias para diseñar y ejecutar los rastreos. Esta es la razón por la que la altura de sobrevuelo es fundamental, según el objeto a localizar y según el terreno, como indica el cuadro 6, p. 230.

Por otro lado, y con independencia del objetivo a localizar, el éxito de una búsqueda que sin duda tiene un componente de azar importante, depende también de la información disponible, de la pericia de la tripulación, de la autonomía del medio aéreo y de la visibilidad existente.

(38) La Convención de Bruselas de 1910, que establecía las normas internacionales de salvamento en el mar, sirvió de base para dictar normas internacionales de aplicación por los distintos Estados mediante tratados internacionales. *Enciclopedia de Aviación y Astronáutica;* volumen. 2, p. 458. Ediciones Garriga, S. A. París 143. Barcelona.

Cuadro 6.– *Alturas de búsquedas.*

Altura de vuelo	Búsqueda sobre tierra	Búsqueda sobre el mar
500 pies	–	Chaleco salvavidas. Sin colorante de agua.
500-800 pies	Terreno llano Vegetación abundante	–
500-1.000 pies	Terreno montañoso Vegetación abundante	Balsa salvavidas. Sin colorante de agua.
800-1.000 pies	Terreno llano Escasa o nula vegetación	–
2.000-3.000 pies	Búsqueda nocturna	Búsqueda nocturna.

Se acaban de mencionar dos factores, el de la información y el de la visibilidad, que en el caso de la Antártida desgraciadamente, su grado de influencia alcanza proporciones poco usuales.

En efecto, la magnitud de los desplazamientos es tal, que un accidente sucedido entre dos «informes de posición» consecutivos, puede llegar a hacer inviable la localización de los restos de un accidente, cuadro 7.

Cuadro 7.– *Altitudes recomendables para el rastreo visual.*

Altitud recomendada	Clase o tipo de terreno	Objetos a buscar
200-500 pies	Moderado	Personas y vehículos. Aviones ligeros destruidos.
400-1.000 pies	Moderado	Camiones. Aviones grandes.
200-500 pies	Agua Terreno llano	Personas y balsas personales. Aviones ligeros destruidos.
1.000-3.000 pies	Agua Terreno llano	Botes pequeños o medianos. Balsas, camiones y aviones.
1.500-2.000 pies	Durante la noche (Todos los terrenos)	Señales de socorro.

La visibilidad, que en la Antártida es a menudo muy reducida, está íntimamente relacionada con la altura de sobrevuelo para la búsqueda, con el objeto a localizar y el tipo de rastreo seleccionado.

El rastreo (39) más apropiado para las zonas árticas es el llamado de «barrido paralelo», para el que se necesitan un mínimo de dos aeronaves. Los aviones realizan hipódromos separados entre sí seis millas náuticas y requieren una estrecha coordinación recae en la aeronave guía.

Actividades aéreas de la Fuerza Aérea de Chile en la Antártida

El hecho de tomar de referencia las actividades aeronáuticas de la Fuerza Aérea de Chile, se debe a que por su proximidad al continente antártico, por sus relaciones diplomáticas con los países vecinos, por las reivindicaciones territoriales que persigue y por las vicisitudes internacionales que ha vivido en los últimos años, constituye un claro exponente del esfuerzo aéreo en su proyección sobre el continente y una clara muestra de éxitos acumulados en las distintas y numerosas operaciones aéreas mantenidas sobre la Antártida, cuadro 8, p. 232.

Consideraciones oficiales sobre el SAR

Durante las sesiones de trabajo de la XXIII Reunión Consultiva del Tratado del Antártico (40) se acordaron reconsiderar aspectos concretos sobre la problemática relativa a la búsqueda y rescate de posibles víctimas generadas por accidentes, fallos en la navegación y enfermedades acaecidos en la Antártida.

(39) Varios son los rastreos que se utilizan por los medios aéreos:
- El rastreo progresivo que se emplea cuando desaparece y se conoce la ruta prevista que iba a volar.
- El avance por transversales que se usa para explorar zonas extensas y llanas.
- La expansión cuadrada que se usa cuando se conoce el objeto a buscar y la zona es pequeña.
- El avance por transversales cortas, para localizar un buque o aeronave que al emitir la señal de peligro indica su posición.
- El contorno, para rastrear en zonas abruptas y montañosas.
- El barrido paralelo, para rastrear sobre el mar, desierto y zonas árticas. El radial que se utiliza sobre el agua, cuando la autonomía del avión es reducida.

(40) La XXIII ATCM (*Antartic Treaty Consultative Meeting*) se celebró en abril de 1999, y dio especial relevancia a las tripulaciones marítimas.

Cuadro 8.– *Acciones aéreas.*

Fecha	Acción aérea	Observaciones
15-II-1947	El teniente Parodi efectúa el primer vuelo	Avión *Vought Sikorski.*
15-III-1952	Inauguración primera base aérea	*Gabriel González Videla.*
18-III-1955	Inauguración segunda base aérea	*Pedro Aguirre Cerdá.*
28-XII-1955	Primer vuelo directo continente y Decepción	Avión *Catalina PBY 5.*
4-XII-1967	Destrucción de la base *Cerdá*	*Erupción volcánica.*
7-IV-1969	Creación del Centro Meteorológico Antártico	*Presidente Frei.*
12-III-1980	Inauguración de la pista de aterrizaje	Isla Rey Jorge.
1980-1999	Operación *Skua 1*	Bases: *Frei* y *Videla.*
1981-1982	Operación *Skua 2*	Isla Adelaida.
1982	Operación *Skua 3*	Islas: Adelaida, Charcot y Sound.
1983-1984	Operación *Skua 4*	Islas: Fossil Bluff y Sweeney
1984	Operación *Raid Estrella Polar*	Bases chilenas.
1985	Operación *Polar II*	Islas: Adelaida, Bluff y C. Nunataks.
1986	Operación *Polar III*	Islas: Carvajal, Patriot y Bluff.
1987	Operación *Polar IV*	Islas: Carvajal, Patriot y Bluff.
1988	Operación *Polar V*	Islas: Carvajal, Patriot y Bluff.
1989	Operación *Polar VI*	Jorge VI, Ohiggins.
1995	Operación *Polo Sur*	Thiels y polo sur.
1996	Operación *Aurora Austral I*	Polo sur, Murdo.
1997	Operación *Aurora Austral II*	Monte Vinson.
1998	Operación *Aurora Austral III*	Polo sur, GGV.
28-I-1999	Aterrizaje en el polo sur	UH-60 (Black Hawk).

De acuerdo con las conclusiones allí acordadas, se establecieron las siguientes recomendaciones:

— Las tripulaciones deben ser adiestradas y entrenadas en sus respectivos países, en condiciones similares a las polares.

— La dificultad de la navegación debe ser atenuada cubriendo, durante la fase de instrucción, los temas siguientes:

  — Legislación internacional y antártica, relativa a las rutas y sobrevuelos aceptados como más eficaces y menos peligrosos para la navegación y el medio ambiente.

  — Problemática relativa a hielos flotantes, hielos marinos, glaciares, meteorología y climatología de la zona.

  — Clasificación y análisis de todos los tipos de embarcaciones y aeronaves capaces de operar en el área.

— Normas que regulen la seguridad de la navegación, tanto en las fases de aproximación al aterrizaje, como en los sobrevuelos, y las maniobras.
— Capacidad y regulación de las operaciones ejecutadas por los helicópteros basados en buques.
— Requisitos para la protección y mejora de los espacios ambientales terrestre y marítimo.

Con respecto a los sistemas de navegación que deban ser incorporados, se acordó recomendar los siguientes equipos:

— Dos equipos de sonar, independientes en cuanto a instalación, unidad de potencia y antenas.
— Dos equipos de radares capaces de procesar diez y tres centímetross respectivamente.
— Un equipo escáner-radar para la identificación de icebergs en los hielos marinos situados en las proximidades.
— Dos potentes proyectores de luz blanca.

El SAR, conjunto-combinado

Esta actividad se inició a finales de 1998 y estableció un periodo previo de integración a lo largo de algo más de tres meses, concretamente entre el 15 de noviembre del año 1998 hasta el 1 de marzo del año 1999, entre las Marinas de Chile y Argentina, con la participación de buques y aeronaves de ambos países. La Patrulla Antártica Naval Combinada (41) vino a sustituir a la Patrulla de Chile, que había desarrollado este cometido desde finales del año 1990. La misión abarcaba tareas tan variadas como las de búsqueda, rescate, control de la contaminación marítima, minimización de las agresiones ambientales, etc.

Los objetivos perseguidos con la constitución de esta patrulla, además de estrechar lazos internacionales, intercambiar información, compartir doctrina y abaratar costes, se ampliaban a otros campos, tales como:

— Elevar el grado de seguridad de las tripulaciones aéreas y marítimas que se adentran en la zona.
— Asegurar, en lo posible, la vida de las tripulaciones en la mar, y recuperar las posibles víctimas de naufragios.

(41) La Patrulla Antártica Naval Combinada, desarrolla su actividad en el área determinada por las longitudes 10° W y 131° W.

— Contribuir al mantenimiento de la limpieza de icebergs de las aguas de la zona y detectar posibles riesgos generados por accidentes fortuitos o provocados.

La participación de los dos países se concreta en dos barcos asignados permanentemente. El primero el Buque de Servicio Antártico que permanece en la mar, y el segundo, el Buque de Apoyo Antártico que se mantiene en puerto.

La dotación marítima se completa con una aeronave de Patrulla Marítima, que realiza todas las funciones relativas a la exploración, es decir:

— Vigilancia: en la vigilancia se asigna un área concreta para búsqueda, que es la patrulla, o una franja, que es la barrera. La barrera, a su vez, puede llevarse a cabo de manera «fija» o «móvil». En el primer caso la franja está determinada por cuatro coordenadas y en el segundo se dan las cuatro coordenadas iniciales, y la dirección en la que hay que desplazar dicha franja.
— Reconocimiento: una vez que la aeronave ha avistado un buque, en la zona asignada, se lo comunica a la Unidad de Control de Aeronaves, que habitualmente se encuentra situada a bordo de otro buque, y desde allí recibe instrucciones para la «identificación», que habitualmente se consigue con una aproximación longitudinal y un descenso de la aeronave.
— Seguimiento: identificado el móvil, el comandante recibe instrucciones para mantener o no el contacto con el mismo. El mantenimiento del buque dentro del campo de los sensores de la aeronave, puede realizarse de manera ostensible (descubierto) o de manera discreta (encubierto).

Durante los mencionados tres meses y medio, las dos Marinas han efectuado ejercicios para flexibilizar sus medios, compatibilizar sus doctrinas de empleo, y deducir lecciones aprendidas. El resultado no pudo ser más esperanzador, tanto en su aspecto internacional, como en el de la eficacia.

Presencia aeronáutica española en la Antártida

La presencia española en el campo de la aeronáutica, en la Antártida, quizás haya sido discreta pero, sin duda, variada y digna. Hoy es el día, incluso, en que elementos aeronáuticos españoles evolucionan con eficacia sobre el territorio antártico y sus aguas.

La participación aeronáutica española tiene dos nombres propios: el Ejército del Aire y la empresa Construcciones Aeronáuticas, S. A. (CASA). Sin duda, tanto uno como la otra han necesitado del apoyo de otros países para que su actuación sea efectiva y eficaz. En todo caso, la presencia española se podría agrupar en las siguientes actividades.

Desde el punto de vista del personal, ha sido el Ejército del Aire el que ha estado y aún está presente con oficiales que realizan los siguientes cometidos:

— Asesoría: fue uno de los primeros cometidos que se realizaron, incluyendo un oficial del Ejército del Aire, para que formara parte de la tripulación de algunos buques españoles y de países amigos, que navegando entre los hielos polares realizaban funciones de investigación y transporte. El oficial se limitaba a asesorar sobre cuestiones aéreas, cuando así lo era requerido.
— Observación: el desarrollo de la misión lo era de manera similar al caso anterior, con la diferencia de que dicho oficial elaboraba un informe sobre las posibilidades, bondades y problemas de una presencia aérea española más intensa.
— Adiestramiento: tanto el adiestramiento como el entrenamiento de pilotos son actividades que se están desarrollando en el momento presente, con un intercambio de pilotos entre las Fuerzas Aéreas de Argentina y el Ejército del Aire de España, por el que los pilotos españoles tienen la oportunidad de operar en unas condiciones de vuelo, aproximación y maniobras terrestres, difícil de conseguir en nuestras latitudes, entre las que se pueden destacar las siguientes:
  — Navegación sobre terrenos inhóspitos, extensos y sin referencias.
  — Sobrevuelo de cadenas montañosas con cambios bruscos meteorológicos.
  — Aproximación a pistas angostas, cortas y con poca visibilidad.
  — Neutralización de los efectos de los vientos catabáticos.

Desde el punto de vista del material, CASA ha sido y es la empresa española que lleva el peso y la responsabilidad de la actuación de los medios aéreos nacionales en la Antártida, a través de:

— Demostración: la realizó con un avión CN-235 *Nurtanio*, el día 23 de marzo de 1988, una semana antes de cumplirse el sexto aniversario de la inclusión de España en el Club Antártico. El vuelo se efectuó entre las bases aéreas chilenas de *Punta Arenas*, en el continente americano, y la de *Rodolfo Marsh*, en la isla de Rey Jorge. Debido a que CASA aprovechó para efectuar otras exhibiciones en Brasil y en la Feria Aeronáutica chilena FIDA'88, el vuelo realizó estas etapas:

- Madrid-Gando (Canarias); Gando-Sal (cabo Verde); Sal-Recife (Brasil).
- Recife-Manaus (Brasil); Manaus-Brasilia (Brasil); Brasilia-Río de Janeiro (Brasil); Río-Córdoba (Argentina); Córdoba-Santiago (Chile); Santiago-*Punta Arenas* (Chile); *Punta Arenas-Rodolfo Marsh* (isla del Rey Jorge).
- El recorrido desde Madrid hasta *Teniente Marsh* es de 8.330 millas náuticas (15.430 kilómetros) y, sino se hubieran realizado las exhibiciones, se podría haber efectuado en seis jornadas con una duración total del vuelo de 44 horas 30 minutos.

— Actividades aeronáuticas: se desarrollan según las directrices, doctrinas, tácticas y técnicas de los países que disponen de medios aéreos de fabricación española, como el CASA 212 *Aviocar* y el CASA 235 *Nurtanio*. Mientras el 235 no tiene ningún problema de desplazamientos hasta la Antártida, el 212 no tiene suficiente autonomía para dar el salto desde el continente americano y tiene que ir desmontado, dentro de un C-130 *Hércules* como hace la Fuerza Aérea uruguaya. Unos y otros son capaces de cumplir las misiones encomendadas de transporte, salvamento y apoyo directo a la investigación, de manera eficaz siempre y cuando no sea necesario el uso de esquíes, cuadro 9.

Cuadro 9:– *Vicisitudes de vuelo a la Antártica.*

Número de etapas	10.
Despegue de Madrid	27 de febrero de 1988.
Aterrizaje en *Teniente Marsh*	23 de marzo de 1988.
Distancia total recorrida	47.300 kilómetros.
Duración total del vuelo	127 horas y 30 minutos.
Personas transportadas	24 pasajeros.
Carga de pago	2.850 kilogramos.
Nivel de crucero	5.500 metros.
Altitud de cabina	2.500 metros.
Representantes de otros países	Chile, Argentina y Uruguay.
Equipo esencial de navegación	OMEGA.
Equipos complementarios	Radiocompás y VOR-DME.

Cuadro 10.– *Resumen de la reclamaciones territorriales.*

Año	País	Objetos a buscar
1908	Reino Unido	20° W a 80° W, al sur del paralelo de 50°.
1923	Nueva Zelanda	150° W a 160° E.
1933	Australia	45° E a 160° E.
1938	Francia	136° E a 142° E y los archipiélagos de Kerguelen, Crozet y Amsterdam.
1939	Noruega	20° W a 45° E, en el sector costero.
1940	Chile	53° W a 90° W.
1948	Suráfrica	Islas de Príncipe Eduardo y Marion.
1957	Argentina	25° W a 74°.

Punto de vista estratégico de algunos países presentes en la Antártida

Las bases de despliegue, las posibilidades para la operación de los medios aéreos, así como el sistema de abastecimiento logístico de las mismas, difieren según su ubicación, los propósitos perseguidos, las reivindicaciones territoriales, los trabajos encomendados y la antigüedad de la presencia en el continente, cuadro 10.

ALEMANIA

Este país ha sido uno de los primeros (42) en demostrar sus intereses en la Antártida, por su industria ballenera. Terminada la Segunda Guerra Mundial, la influencia y el desarrollo de las dos partes alemanas en sus bases fue manifiesta, no sólo desde el punto de vista científico, sino también en relación con las construcciones y despliegues de bases, refugios y diversas infraestructuras, cuadro 11, p 238.

Después de la reunificación alemana, el número total entre bases y refugios se ha estabilizado en cinco: una base «permanente», *Georg von Meumeyer*; dos bases estivales, *Filchner* y *Drescher*, y dos refugios, *Lillic Marlene* y *Gondwana*.

(42) En el año 1874 un equipo alemán invernó en la isla Kerguelen y en 1882-1883 Alemania participó en el Año Polar.

Cuadro 11.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Departamento de Ciencia y Tecnología.
Órgano responsable	Instituto de Investigación Polar.
Programas especiales (tipo de apoyo)	Ciencias biológicas y Geodesia. Sensores remotos. Estudios de ingeniería.
Apoyo logístico	Instituto de Investigación Polar.
Mantenimiento	Instituto de Investigación Polar.

Se puede afirmar que Alemania fue el primer país que utilizó los medios aéreos en el continente blanco (43); el motivo fue potenciar la industria ballenera en 1938, para lo que el mariscal Goering apoyó una expedición que utilizaba aviones que despegaban desde la cubierta de los buques.

La distancia de Alemania a sus bases antárticas, hace inviable la posibilidad de un vuelo autónomo, necesitando escalas técnicas en países de América del Sur. Por otro lado, la presencia del Ministerio de Defensa es nula en el continente, no así en los centros de asesoramiento y dirección de Bonn.

ARGENTINA

El despliegue de las Fuerzas Armadas en la casi totalidad de las bases argentinas establecidas en la Antártida, la proximidad del continente blanco a la metrópoli, la presencia de bases y reivindicaciones chilenas, hacen que las bases argentinas cumplan una «función de Estado», por lo que no se duda a la hora de dedicar esfuerzos científicos, de defensa, económicos y diplomáticos (44).

Una clara muestra del esfuerzo mencionado es la base aérea de *Marambio,* situada en la isla de Seymour, que ha sido durante muchos años la

(43) Se puede asegurar que este tipo de despegues de aviones desde los buques, constituyó la primera utilización de los barcos como portaaviones.

(44) Argentina tiene el privilegio de haber sido un argentino el primer niño que nació en la Antártida en 1978.

Cuadro 12.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Ministerio de Defensa.
Órgano responsable	Dirección Nacional del Antártico (DNA).
Programas principales (tipo de apoyo)	Comportamiento de las aguas circumpolares. Observación de témpanos. Perturbaciones del campo magnético.
Apoyo logístico	Fuerzas Aéreas argentinas.
Mantenimiento	Fuerzas Aéreas argentinas.

única que contaba con una pista de aterrizaje asfaltada, con capacidad para maniobras de los C-130 *Hércules*. Esta característica hacía de la base un centro operativo para el transporte aéreo logístico de primera magnitud, utilizado por Argentina para permitir el apoyo por aire de otras bases extranjeras, cuadro 12.

Las Fuerzas Aéreas argentinas (45) recibieron del Gobierno la responsabilidad para dirigir y apoyar una base permanente, *Marambio,* y otra que se activa solamente durante el verano, la *Teniente Matienzo*.

AUSTRALIA

Las permanentes reivindicaciones de Australia sobre el territorio antártico se han basado en una doble vía: la propia, consecuencia de sus propias exploraciones, y la heredada, procedente de la legación del Reino Unido, cuando Australia alcanzó su independencia.

Las peculiaridades de la postura australiana se pueden concretar en las siguientes:

— Sus reivindicaciones históricas suponen un sector circular de aproximadamente 30°, que se traduce a un perímetro costero relativamente reducido, y una amplia superficie continental.

(45) La responsabilidad del Ejército de Tierra es de tres bases «permanentes», una base «estival» y una «ocasional». La Marina es responsable de una base «permanente» y cuatro «ocasionales».

Cuadro 13.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Ministerios de Educación y Defensa.
Órgano responsable	Departamento de Ciencia y Tecnología Antártica.
Programas especiales (tipo de apoyo)	Análisis de las zonas de las auroras boreales. Vigilancia de neutrones. Física de los rayos cósmicos.
Apoyo logístico	Fuerzas Aéreas de la División de la Antártida.
Mantenimiento	Expediciones Nacionales Australianas de Investigación Antártica (ANARE).

— La distancia al territorio, más concretamente a la isla de Tasmania, que es el área más cercana es de más de 1.200 millas náuticas, lo que puede suponer un vuelo de más de cuatro horas en avión convencional, tipo *Hércules*, y de cerca de tres horas en avión reactor.
— La necesidad de una pista de aterrizaje en el continente antártico, con capacidad para operar aviones tipo C-130 *Hércules* y Boing 747 *Jumbo*, ha sido presentada por el Gobierno australiano, con objeto de situar a Australia en la vanguardia del tráfico y control aéreo en la Antártida, cuadro 13.

En el momento presente, Australia cuenta con cinco bases en la Antártida, de las que tres son bases «permanentes»: *Mawson, Davis* y *Casey;* dos tienen el estándar de bases «estivales»: *Edgeworth* y *Bahía Commonwealth*, y una base «subantártica»: *Isla Macquarie.*

BÉLGICA

Este país ni mantiene en la actualidad bases abiertas en la Antártida ni ningún programa científico independiente. Por otra parte, en el Año Geofísico Internacional (46), Bélgica estableció la base *Rey Balduino*, desde

(46) El Año Geofísico Internacional que se celebró entre 1 de julio de 1957 hasta el 31 de diciembre de1958, ha sido el III Año Polar desarrollado para la resolución de las disputas de soberanía. El I Año Polar fue en 1882-1983 y el II Año Polar en 1932-1933. En el Año Geofísico Internacional nacieron dos importantes proyectos: la exploración del espacio y la exploración de la Antártida.

Cuadro 14.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Ninguna
Dirección	Comité Interministerial Político Científico.
Órgano responsable	Comité de Gestión para las Actividades Antárticas.
Programas especiales (tipo de apoyo)	Investigaciones en la base surafricana. Ha participado en expediciones hasta el año 1967 y han utilizado sus propias instalaciones desde el año 1970.
Apoyo logístico	Comisión Logística del Comité de Gestión.
Mantenimiento	Personal de la base surafricana.

donde se realizaron investigaciones desde 1957 a 1961, durante este periodo de tiempo, Bélgica apoyaba esta base con medios aéreos y navales propios (47).

En los años sesenta, Bélgica participó en un proyecto científico con Holanda (1964-1967), durante el cual recibió el flujo logístico apoyándose en el continente americano y con medios de ambos países. En el final de los sesenta (1967-1970) participó en un programa diseñado por Suráfrica, durante el cual este país llevó el mayor esfuerzo en los suministros logísticos, limitándose Bélgica a la participación con científicos, con asesores y a contribuir económicamente en el proyecto, cuadro 14.

Desde los años setenta hasta la actualidad, Bélgica ha participado en intercambios científicos con importantes países, como Alemania, Australia, Estados Unidos, Francia y Japón. En todas estas ocasiones, Bélgica ha contado con el apoyo aéreo y marítimo de sus socios.

CHILE

Chile justifica sus reivindicaciones en: la Historia, reclamando que un velero chileno descubrió el continente en el año 1820; en la geografía, por

(47) Bélgica tiene el orgullo de estar interesada por la Antártida desde el año 1897, cuando el teniente de navío de la Marina belga, Adrián Víctor Joseph de Gerlache, estuvo aprisionado por los hielos antárticos durante 13 meses.

su proximidad; en la justicia, amparándose en su propio ordenamiento jurídico interno, y en la ecología, razonando que muchas especies animales tanto en Chile, como en el continente antártico están interconectadas y dependen unas de otras.

La relación de la Aviación chilena con la Antártida empieza en 1947 (48) y es en 1952 cuando se inaugura la primera base aérea, *Presidente Gabriel González Videla*.

En el año 1955 se activa la *Presidente Pedro Aguirre Cerdá*, en la isla de Decepción, en 1967 se crea el Centro Meteorológico Antártico *Presidente Eduardo Frei Montalva*, en la isla Rey Jorge (49) y en 1980 se construye en esta última base aérea la pista de aterrizaje *Teniente Rodolfo Marsh Martín*.

La base aérea *Presidente Frei*, a dos horas de vuelo desde la base *Punta Arenas*, proporciona apoyo logístico con sus instalaciones de tierra a otras bases, pertenecientes a Rusia, China y Polonia.

El número total de asentamientos que Chile tiene que apoyar desde la metrópoli y entre ellos mismos es de 15, de los que cuatro son bases «permanentes», tres «estivales» y ocho «refugios» dedicados exclusivamente a mediciones y observaciones.

Como consecuencia de la ubicación de los asentamientos y de las posibilidades de las Fuerzas Aéreas chilenas, la mayor parte de los apoyos mencionados se realizan con transporte aéreo logístico, cuadro 15.

Las aeronaves utilizadas en las bases aéreas chilenas (50) son: C-130 *Hércules*, CASA 235 *Nurtanio*, DH-C6 *Twin-Otter*, y helicópteros BO-105, UH-1H y UH-60. Con estos medios aéreos de desempeñan las misiones de patrulla marítima, búsqueda y rescate, evaluaciones de vigilancia marítima y transporte logístico.

(48) El teniente de la Fuerza Aérea chilena, Arturo Parodi, voló el 15 de febrero de 1947 sobre el continente antártico en un avión *Vought Sikorski*.

(49) La base aérea *Presidente Pedro Aguirre Cerdá*, fue destruida 12 años más tarde, el día 4 de diciembre de 1967, por una erupción volcánica.

(50) Este tipo de apoyo no es extraordinario, sino habitual, y va a ser una constante en el comportamiento internacional de los países con despliegues en la Antártida. En efecto se ha dado la circunstancia de mantener estrechas relaciones en el continente antártico, dos países cuyas relaciones diplomáticas no sean muy amistosas.

Cuadro 15.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Ministerio de Relaciones Exteriores.
Órgano responsable	Instituto Nacional Antártico de Chile (INACH).
Programas especiales (tipo de apoyo)	Geología de la península Antártica. Sismología desde O'Higgins. Análisis aeromagnético. Análisis aerogravimétrico sobre Weddell.
Apoyo logístico	Fuerzas Aéreas chilena.
Mantenimiento	Fuerzas Aéreas chilena.

ESPAÑA

No se ha mencionado el despliegue y actividades desarrolladas por España, porque ya están ampliamente desarrolladas en el resto de los trabajos incluidos en esta publicación.

ESTADOS UNIDOS

Aunque los primeros americanos que se acercan al continente son los cazadores de focas a primeros del siglo XIX, el verdadero impulso americano se debe a un piloto, Richard Evelyn Byrd, que tenía una inquietud casi obsesiva por sobrevolar las regiones polares.

En el año 1926, el 9 de mayo, consiguió sobrevolar el polo norte. Con la ilusión de hacer otro tanto con el sur, se dedicó ha planear la navegación, conseguir la autonomía y analizar la meteorología dominante más favorable. Resultado de todo ello fue el sobrevuelo del polo sur, tres años más tarde, el 29 de noviembre de 1932 (51).

A los americanos se les debe el mayor ejercicio conjunto desarrollado en la Antártida, denominado operación *Salto de Altura*, en el que participaron 4.700 soldados, 13 buques, 50 helicópteros y 51 científicos.

(51) La expedición de Richard Evelyn Byrd fue la primera de una serie que Estados Unidos llevaron a cabo durante el periodo 1930-1947, en las que siguiendo las directrices del Congreso se reclamó por los exploradores Byrd y Ellsworth un importante sector del continente. Los americanos, en aquella época, fotografiaron y levantaron mapas de un 80% de la Antártida.

Cuadro 16.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Departamento de Ciencia y Tecnología.
Órgano responsable	Fundación Nacional de Ciencia (NSF).
Programas principales (tipo de apoyo)	Rayos cósmicos y ondas infrasónicas. Región de la pausa del plasma de la magnetosfera. Sondeo del espesor con ondas de radar.
Apoyo logístico	Operación *Deepfreeze*. Armada, Guardia Costera, Ejército y Fuerza Aérea.
Mantenimiento	NSF.

La operación se desarrolló a lo largo de ocho meses (1946-1947) y su objeto era adiestrar a sus fuerzas, analizar sus posibilidades y sacar «lecciones aprendidas», del desarrollo de operaciones bélicas en circunstancias extremas polares, con idea de extrapolar esas enseñanzas a la región polar ártica, ante un posible enfrentamiento con las fuerzas de la entonces Unión Soviética.

Los efectivos americanos presentes, la porción de territorio cubierto por Estados Unidos, así como la instalación de una base en el mismo polo sur, los coloca en la posición más privilegiada de los países con influencia antártica, cuadro 16.

Las grandes distancias, desde la metrópoli hasta el continente blanco, pueden ser cubiertas con aviones, realizando escalas técnicas en puntos intermedios como Ross, tierra de Wilkes, banco de hielo de Filchner y tierra de Marie Byrd.

En la actualidad, Estados Unidos mantienen activas ocho bases dedicadas a investigaciones y análisis científicos, de las que cuatro son bases «permanentes» (52) y otras cuatro «estivales» (53).

(52) *Amundsen-Scott, Mc Murdo, Palmer* y *Siple.*
(53) *Byrd, Dome, Bearmore* y *Siple Coast.*

Cuadro 17.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes estivales y ocasionales
Dirección	Instituto de Investigación Ártica y Antártica (IIAA).
Órgano responsable	Departamento de Ciencia de la Antártica.
Programas principales (tipo de apoyo)	Aerometeorología. Geofísica. Glaciología.
Apoyo logístico	IIAA con apoyo militar.
Mantenimiento	IIAA.

LA FEDERACIÓN RUSA

A pesar de que el explorador ruso Thaddeus von Ballingshausen (54) viajó sobre el océano Ártico durante el periodo 1819-1921, Rusia tardó en manifestar sus intereses por la Antártida más de 125 años, cuadro 17.

Rusia dispone de siete bases «permanentes», seis «estivales» y tres «ocasionales», situadas tanto en el litoral del continente nueve, como en el interior del mismo siete, siendo *Vostok* la más próxima al polo sur (78°28' S).

Las distancias entre ellas son de tal magnitud que tan sólo están interconectadas las más cercanas del interior (*Sovetskaya, Pionerskaya* y *Vostok*). El resto de las bases, debido a su proximidad con la costa reciben sus apoyos a través de los buques de investigación oceanográfica.

La iniciativa de los Estados Unidos de instalar una base en el polo sur, hizo que los soviéticos, entonces, construyeran una base en el llamado polo de inaccesibilidad, es decir, el punto más alejado del mar, por lo que su abastecimiento sólo puede ser efectuado por vía aérea.

(54) Debido a que existe desacuerdo a la hora de aceptar quien fue la primera persona que avistó la Antártida, es por lo que Rusia opta por dicho puesto, ya que Von Bellingshausen estuvo por la zona, de acuerdo con los documentos rusos, poco más de 30 años después de la fecha atribuida por los británicos a su capitán James Cook 1772-1975. El problema con el marino inglés es que no consta que fuera capaz de avistar el continente.

Cuadro 18.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanentes y temporales
Dirección	Presidencia del Gobierno.
Órgano responsable	Administración de las Tierras Australes y Antárticas.
Programas principales (tipo de apoyo)	Estudio del medio físico y biológico. Redes mundiales de telecomunicaciones. Estudio de la paleoclimatología.
Apoyo logístico	Ejército del Aire y Marina de Francia.
Mantenimiento	Administración de las Tierras Australes y Antárticas.

FRANCIA

El francés Bouvet de Lozier descubrió en 1737 la isla que lleva su nombre, pero Francia defiende la teoría de que su interés por la Antártida data del siglo XVI (55). En todo caso, sus reivindicaciones coinciden en una importante franja con las de Australia.

La base aérea francesa más importante es la de *D'Urville,* inaugurada en 1956, esta base empezó funcionando en invierno con 28 personas que se incrementaron posteriormente con 60 efectivos más, para cubrir las dos estaciones del año. La capacidad de la base puede admitir 100 personas en verano y 45 en invierno.

El transporte aéreo logístico, tiene sus principales receptores en las islas de Cuvier, Lion, Pollux, Zeus, Buffon, Keguelen, Crozet y Amsterdam; aunque todas ellas están situadas en la zona subantártica, las distancias entre las mismas son lo suficientemente importantes, como para necesitar aviones de ala fija y pistas de aterrizaje, como mínimo, semipreparadas, cuadro 18.

NORUEGA

La flota ballenera noruega ha buscado secularmente caladeros para proporcionar presas a sus barcos, y ésta es quizás una de las principales

(55) El francés Gonneville ya hablaba en el siglo XVI de un paraíso que se encontraba al sur del trópico de Capricornio.

Cuadro 19.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Temporal
Dirección	Presidencia del Gobierno.
Órgano responsable	Instituto de Investigaciones Polares (IIPN).
Programas principales (tipo de apoyo)	Estudio geofísicos. Investigaciones biológicas. Análisis glaciológicos.
Apoyo logístico	IIPN sin apoyo del Ministerio de Defensa.
Mantenimiento	IIPN.

razones que sirven para explicar el interés que Amundsen tenía por aquella zona, lo que le llevó incluso a llegar hasta el mismo polo sur.

Es curioso que aunque Noruega se adelantó a reivindicar su zona, cuando la Alemania nazi lo hizo en 1939, y que en 1956 se apresuró a construir la base de Norway, no dudó en cedérsela a Suráfrica seis años más tarde, a los efectos exclusivos de los trabajos científicos y apoyo a los mismos, cuadro 19.

NUEVA ZELANDA

Aunque es el segundo país, en antigüedad, que reclama territorio en la Antártida, no es hasta enero de 1957, cuando establece su primera base en la isla de Ross, para seguir con otras dos bases temporales en Vanda (enero 1967) y cabo Bird (enero 1966) y una base «permanente» subantártica en la isla Campbell.

La distancia entre Nueva Zelanda hasta el continente antártico, 1.400 millas náuticas, es la misma que desde la isla de Tasmania, lo que supone un vuelo de cuatro horas en un avión del tipo C-130 *Hércules*. En todo caso, existen islas intermedias que facilitan la navegación y permiten buscar un «refugio» en caso de emergencia, cuadro 20, p. 248.

La participación neozelandesa durante la estación estival supera las 300 personas, lo que implica un despliegue complejo y un abastecimiento permanente, desde la metrópoli y entre las bases.

Cuadro 20.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanente y temporal
Dirección	Departamento de Investigaciones Científica e Industrial.
Órgano responsable	División Antártica (DA).
Programas principales (tipo de apoyo)	Viento solar que transporta campos magnéticos. Correlación entre los cambios solares y el clima. Estudios sobre la alta atmósfera.
Apoyo logístico	Marina de Nueva Zelanda y de Estados Unidos.
Mantenimiento	DA.

A pesar de que Estados Unidos (56) nunca ha reconocido las reivindicaciones de Nueva Zelanda, las relaciones entre ambos son muy estrechas, lo que proporciona a los neozelandeses la posibilidad de contar en frecuentes ocasiones, con el apoyo por vía aérea de Estados Unidos.

REINO UNIDO

La primera reivindicación del Reino Unido data del año 1908, pero no llegó a ser definitiva debido a que tuvo que modificarse en 1917, por incluir partes (57) de Argentina y de la Patagonia chilena. Es el único país que mantiene su territorio bajo una administración (58) similar a las de otras dependencias británicas.

La relativa proximidad de los archipiélagos de las Falklands, Georgia del Sur y Sandwich del Sur, incluso la posesión de la isla de Ascensión, en

56) Estados Unidos siempre han estado muy interesados en todo lo concerniente a la zona del mar de Ross.

(57) Durante los años cuarenta y cincuenta, Reino Unido vendía licencias balleneras para la zona por él reclamada, que coincidía en algunas partes con las reclamaciones de Argentina y Chile.

(58) El Reino Unido estableció la denominación de Territorio Antártico Británico que incluía las posesiones situadas al sur del paralelo de 60°. De esta forma, mantenía la denominación de Dependencia de las islas Falklands, para estas últimas, las de Georgia del Sur y Sandwich del Sur, situadas entre los paralelos de 45 y 60°.

Cuadro 21.– *Diversas infraestructuras.*

Tipo de bases	Permanente y temporal
Dirección	Departamento de Educación y Ciencia.
Órgano responsable	Vigilancia Antártica Británica (BAS).
Programas principales (tipo de apoyo)	Ciencias atmosféricas (meteorología y magnetosfera). Ciencias oceánicas (sismología y glaciología). Ciencias biológicas (bioclimatología y microbiología.
Apoyo logístico	Armada británica.
Mantenimiento	BAS.

mitad del océano Atlántico, facilita las comunicaciones con el continente antártico, pues la metrópoli está situada a más de 7.000 millas náuticas, lo que imposibilitaría un apoyo directo, por vía aérea, a las bases antárticas.

Dispone, en la Antártida, de cuatro bases permanentes *Halley, Faraday, Signy* y *Rothera* y dos bases estivales *Damoy Point* y *Fossil Bluff*, y en el área subantártica tiene una permanente la isla de Bird y otra estival la Georgia del Sur.

Las reclamaciones británicas cubren un sector de 60°, desde los 20° a los 80°, que partiendo de los 60° de latitud, llega hasta el polo sur. Esta fantástica extensión de terreno es cubierta con dos barcos de investigación y el apoyo de tres aviones de transporte medio y un presupuesto anual que no supera los 20 millones de libras esterlinas (59).

La histórica amistad entre Reino Unido y Estados Unidos, tiene aquí también su manifestación, al apoyar ocasionalmente los últimos con medios aéreos y satélites, a los primeros, cuadro 21.

Si bien el apoyo marítimo es prestado por la Marina británica, el aéreo es exclusivamente civil y dirigido por la BAS (*British Antartic Survey*).

(59) La extensión, aunque coincide con reclamaciones argentinas.

Conclusiones

El fenómeno antártico trasciende las dimensiones de la zona incluida en el Tratado, las actividades aceptadas en los acuerdos internacionales, e incluso a los países involucrados.

Las características del terreno, en cuanto a sus dimensiones, orografía, costas e infraestructuras disponibles, hace de los medios aéreos un elemento clave para desarrollar los cometidos diarios, e imprescindible para incrementar el grado de compromiso de los países con el proyecto, y de la ciencia con las posibilidades que el área, subsuelo y vida ofrece.

El «escaparate» que supone un área en la que actúan más de 40 países, implica una demostración permanente de prestigio internacional, tanto en el aspecto tecnológico, como en el operativo.

La operatividad de las tripulaciones aéreas, así como el mantenimiento de las aeronaves en unas condiciones extremas, si bien dificulta inicialmente conseguir una cualificación adecuada, en un segundo nivel facilita la integración de los recursos humanos en otra serie de actividades, más relacionadas con la seguridad que con la defensa.

La investigación y desarrollo en los campos aeronáuticos, tales como operatividad en condiciones meteorológicas adversas, pistas angostas y cortas, temperaturas extremas, vientos canebáticos frecuentes, etc., así como la experimentación en el campo de las comunicaciones, superando grandes distancias, antenas y equipos congelados, mantenimiento dificultoso de los repetidores, problemática de los repostajes, riesgos de contaminación en los combustibles, etc., obligan a adoptar una inquietud permanente para mejorar las posibilidades presentes y aprovechar los alcances tecnológicos conseguidos en otros campos.

De igual manera, el campo de experimentación inmejorable que ofrece, posibilita una extrapolación hacia otras aéreas de la ciencia, tecnología e industria.

BIBLIOGRAFÍA

ARTURO BRUNO, F., mayor de la Fuerza Aérea argentina: *El Tratado Antártico, su evolución. El sistema del Tratado Antártico.* Monografía del XXX Curso de EMACON. Enero, 1998.

Enciclopedia de Aviación y Astronáutica. Ediciones Garriga, S. A. París, 143. Barcelona (España), 1972.

FONT TULLOT, I.: *Meteorología aplicada al vuelo con turborreactores.* Servicio Meteorológico Nacional, Sección de Aeronáutica. Madrid, 1961.

Geografía humana universal ilustrada. «Tierra y gentes, Asia Suroriental, Australia, Oceanía y Antártida». Editorial Debate. 1991.

HARRIS, C. y STONEHOUSE, B.: *Antarctic and Global Climatic Change.* Nueva York, 1991.

Informe sobre actividades científicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIS) en la Antártida. Madrid, abril 1987.

LARBURU ECHÁIZ, J. R.: *Viaje a la Antártida.* Ministerio de Defensa, Servicio de Publicaciones de la Armada. 1996.

Manual del médico de vuelo. Centro de Investigación Médica Aeronáutica. VII Curso de Médico de Vuelo. Madrid, junio 1994.

MARTÍNEZ MICO, J. G. y GARCÍA BLANCO, R.: *La neutralidad en la guerra aérea: derechos y deberes de beligerantes y neutrales.* Madrid, 1982.

Operación *Aurora Austral.* Serie operaciones aéreas, año 1, volumen 1, número 3. Fuerza Aérea de Chile. Mayo, 1999.

ORTEGA MARTÍN, J.: *Operación del C-130* Hércules, *como apoyo de una base española en la Antártida.* Monografía del CXXXIV Curso de Capacitación para el Ascenso a Comandante. 6 de abril de 1994.

ROMERO DE TEJADA Y PICATOSTE, M.: *Manual de fisiología aeronáutica.* Ediciones Quirón. Valladolid, mayo 1994.

Tratado de la Antártida. Washington, 1 de diciembre de 1959.

CAPÍTULO SÉPTIMO

EL SISTEMA LEGAL QUE RIGE LAS RELACIONES INTERNACIONALES RELATIVAS A LA ANTÁRTIDA

EL SISTEMA LEGAL QUE RIGE LAS RELACIONES INTERNACIONALES RELATIVAS A LA ANTÁRTIDA

Por MARISA RODRÍGUEZ MOJÓN

Introducción

La legislación internacional relativa a la Antártida es un sistema de reglamentaciones y tratados, derivados del Tratado Antártico, elaborado en Washington el 1 de diciembre de 1959, por parte de 12 Estados, y que entró en vigor en 1961. A este Tratado se han ido uniendo otros instrumentos de Derecho Internacional, entre los que ocupan un lugar central el acervo de reglas constituidas por las «decisiones, recomendaciones y medidas», de las reuniones consultivas de las partes consultivas del Tratado, que se explican posteriormente.

También como consecuencia de las reuniones consultivas se han celebrado otros instrumentos legales que intervienen en el control internacional de los asuntos relacionados con la Antártida, tales como convenciones, convenios y protocolos.

La paulatina ampliación de normativa estaba ya prevista en el Tratado (artículo IX) que preveía para el futuro reuniones periódicas de las partes contratantes, en las que sus representantes, entre otras actividades, deberían «formular, considerar y recomendar medidas para promover los principios y objetivos del Tratado». Debido a ello, las partes se han sentido capacitadas, no sólo para controlar de varias formas el cumplimiento del Tratado, sino también para reforzarlo jurídicamente mediante acuerdos

que han ido detallando y articulando diversos aspectos dentro del ámbito de su aplicación.

Hasta la fecha, el Tratado se ha ido reforzando a través de los siguientes instrumentos jurídicos:

1. La Convención de Londres para la Conservación de las Focas Marinas.
2. El Convenio de Canberra para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.
3. La Convención de Wellington para la Reglamentación de las Actividades sobre los Recursos Minerales Antárticos y el Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente (también conocido como Protocolo de Madrid).

Las reclamaciones de soberanía

El Tratado es resultado de los intentos para establecer un consenso internacional respecto a las reclamaciones de soberanía, que varias naciones tenían planteadas sobre parcelas (de diversa entidad) del territorio del continente antártico. A comienzos del siglo xx, siete países habían formulado oficialmente reclamaciones unilaterales sobre partes del territorio de la Antártida: Argentina, Australia, Chile, Francia, Noruega, Nueva Zelanda y Reino Unido. Todas las reclamaciones tienen forma de cuña, y las de Argentina, Chile y Reino Unido se superponen en la península Antártica. Sólo una extensión de aproximadamente el 15% del territorio no ha sido reclamada todavía.

Estas reclamaciones no eran aceptadas por los demás Estados, especialmente los que desarrollaban actividades en la zona. Estados Unidos de Norteamérica, y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), habían hecho declaraciones públicas de no reconocimiento de reclamaciones territoriales sobre este continente, y ambos habían manifestado reservarse el derecho a hacer sus propias reclamaciones, en virtud de descubrimientos y exploraciones realizadas en el pasado por ciudadanos de sus respectivos países.

Terminada la Segunda Guerra Mundial, ambas superpotencias manifestaron interés en lograr un acuerdo internacional que estableciese algún tipo de régimen internacional para ese continente, aunque sin renunciar a posibles reclamaciones en caso de que no se lograran dichos acuerdos. A Japón se le consideraba un «potencial Estado reclamante», por lo que, en el Tratado de Paz de San Francisco, del año 1951, tuvo que renunciar

a «toda pretensión, derecho, título o interés, sobre cualquier parte de la región antártica».

Todo lo anterior indica la existencia de tensiones, y explica el interés de muchos Estados por conseguir resolver los posibles conflictos antes de que terminaran en una confrontación abierta, y de difícil resolución por medios pacíficos, derivada del deseo de hacer propios los recursos del continente antártico, que demostraban países con capacidad militar suficiente para provocar un problema nada deseable. Esto se había hecho ya evidente en los diversos choques entre Gran Bretaña, Argentina y Chile, que habían comenzado por actos de quitar placas metálicas indicando soberanía, en las islas Decepción y Wiencke, entre Gran Bretaña y Argentina en 1948, cerrados por la declaración tripartita (Argentina, Chile y Reino Unido) sobre demostraciones navales en la Antártida, a través de la cual los tres países declaraban «no prever la necesidad de enviar barcos de guerra al sur de los 60° de latitud sur», y que fue dada a conocer el 18 de enero de 1949. Fue reiterada por los tres, anualmente, hasta 1957. Pero los problemas se habían repetido en 1952 (bahía Esperanza) 1953 (Decepción), y finalmente, habían provocado el recurso del Reino Unido a la Corte Internacional de Justicia, para que liquidara sus contenciosos con Chile y Argentina a su favor (1955). La Corte desechó el caso, pero los conflictos eran evidentes y debía de encontrarse una solución.

Durante la celebración del Año Geofísico Internacional (1955) en París, las interrupciones de los trabajos de la Conferencia Antártica fueron continuos por causa de contenciosos relacionados con las reclamaciones de soberanía.

Ante la evidencia de esas tensiones, la India presentó dos veces (en 1956 y 1958) una propuesta formal ante la Organización de Naciones Unidas (ONU) para incluir la «cuestión de la Antártida» en el programa de la Asamblea General. En ambos casos la retiró después. (Informe del secretario general a la Asamblea General de la ONU, 1984. A/51).

El Tratado Antártico

Los trabajos del Año Geofísico Internacional culminaron en 1958, habiéndose alcanzado un nivel de cooperación científica internacional muy satisfactorio. Esto sirvió como base para comenzar negociaciones encaminadas a transformar la Antártida en una zona de paz, en la que se pudiera garantizar la libertad de acceso, investigación y cooperación científica. Su

«resultado fue la firma del Tratado Antártico», en Washington D.C. el 1 de diciembre de 1959. Entró en vigor el 23 de junio de 1961, una vez terminada su ratificación por parte de los 12 países que lo habían negociado y firmado: Argentina, Australia, Bélgica, Chile, Estados Unidos de América, Francia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido, Suráfrica y la URSS. Quedaba abierto a la adhesión de todos los Estados que lo desearan, lo que ha producido la ampliación de los Estados-Parte, hasta los 44 que hay en la actualidad (1999). La Federación Rusa ha asumido todas las obligaciones y derechos que ostentaba la URSS antes de 1991.

Análisis del Tratado

El Tratado Antártico consta de un preámbulo y 14 artículos, y es de aplicación en el territorio situado al sur de los 60° de latitud sur. Ha servido para regular diversos aspectos relativos a la zona, algunos político-militares, y otros científicos y relativos a la preservación del medio ambiente. El Gobierno depositario del Tratado es el de Estados Unidos de América (párrafo tercero, artículo XIII).

Gracias a disponer de este instrumento, la comunidad internacional está desarrollando una actividad en esa zona que demuestra, cada vez más, las ventajas de la cooperación. Los diversos aspectos regulados mediante el Tratado podrían agruparse de la siguiente manera:

LA CONGELACIÓN DE LAS REIVINDICACIONES TERRITORIALES

La firma de este Tratado significó, sobre todo, «la congelación de las reivindicaciones territoriales», lo que se establece claramente en su artículo IV. E incluso, en su artículo VI, se dice que las aguas circundantes a la Antártida deben de ser consideradas como alta mar, conforme al Derecho Internacional.

También se establece en el artículo IV que ninguna de sus disposiciones se interpretará como una renuncia a los derechos de soberanía territorial o a las reclamaciones que las partes contratantes hubieren hecho valer precedentemente, ni perjudicaría a la posición de las partes contratantes en cuanto a su reconocimiento, o no reconocimiento, del derecho de soberanía territorial, de una reclamación, o de un fundamento de reclamación, de soberanía territorial de cualquier otro Estado en la Antártida.

Pero el mismo artículo deja claro que ningún acto, o actividad, que se realice durante la vigencia del Tratado, constituirá fundamento para hacer valer, apoyar o negar, una reclamación de soberanía territorial en la Antár-

tida, ni para crear derechos de soberanía en esa región. Mientras el Tratado esté vigente, no se podrán hacer nuevas reclamaciones de soberanía, ni se podrán ampliar reclamaciones anteriormente hechas.

Asimismo, aclara que, en los ámbitos de actividad no contemplados en el Tratado, todos los Estados mantienen sus propios criterios, hayan o no hayan reclamado soberanía.

No se estipula qué sucedería si algún Estado reclamase aguas territoriales, ya que el Tratado no se pronuncia sobre este extremo.

Como bien señala F. A. Bruno (1998) el artículo IV es una pieza fundamental del Tratado, ya que la estructuración de los derechos y posiciones de las partes en un asunto tan sensible como las reclamaciones territoriales, permitió que se construyera el régimen jurídico de la Antártida.

EL PRINCIPIO DE NO-MILITARIZACIÓN Y PRESERVACIÓN DEL CONTINENTE COMO ZONA NO NUCLEAR

Un aspecto muy importante del Tratado es su voluntad de consagrar a «la Antártida como un continente cuya utilización se limite a fines pacíficos, no militarizado», estableciendo su preámbulo que debe de servir de herramienta para promover los propósitos y principios enunciados en la Carta de Naciones Unidas.

El artículo I establece que el continente se utilizará solamente con fines pacíficos, y prohíbe toda medida de carácter militar, como el establecimiento de bases y fortificaciones militares, y la realización de maniobras militares. Asimismo, prohíbe los ensayos de todo tipo de armas. Pero no excluye la presencia y actividad de equipo y personal militares, siempre exclusivamente en calidad de apoyo a investigaciones científicas, o de cualquier otro fin pacífico en consonancia con los principios del Tratado.

En su artículo IX se insiste sobre este punto, al establecer que las partes contratantes que participen en las reuniones consultivas tienen la obligación de formular, considerar y recomendar, medidas relacionadas con el uso de la Antártida para usos exclusivamente pacíficos.

El artículo V prohíbe toda explosión nuclear en ese continente, y la eliminación de desechos radiactivos en la región. Lo que le convirtió en el primer acuerdo internacional en el que se prohibían ensayos nucleares. El párrafo segundo de este artículo dice que:

> «Caso de que se concluyan acuerdos internacionales relativos al uso de la energía nuclear, comprendidas las explosiones nucleares y la

eliminación de desechos radiactivos, en los que sean partes todas las partes contratantes las normas establecidas en tales acuerdos se aplicarán en la Antártida.»

LA LIBERTAD Y LA COOPERACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Otro aspecto fundamental es que promociona la cooperación científica internacional. El preámbulo ya subraya la importancia de dicha cooperación, en línea con los trabajos del Año Geofísico Internacional. El artículo III dispone el intercambio de información sobre los proyectos de programas científicos y el intercambio de observaciones y resultados científicos, y prevé el intercambio de personal científico entre las expediciones y estaciones de la Antártida. En la primera reunión consultiva se habló extensamente sobre el hecho de que los gobiernos debían brindar todos aquellos servicios que fueran útiles para la promoción del intercambio de personal científico entre sus respectivas expediciones.

El artículo III dice, asimismo, que se deben estimular las relaciones cooperativas con organismos especializados de la ONU, y con otras organizaciones internacionales que tengan interés científico o técnico en la Antártida. Se han establecido relaciones de este tipo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y algunas otras. Además, la quinta reunión consultiva invitó a expertos de la OMM, la UIT, la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) y el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (CCIA) a asistir a una reunión de expertos en telecomunicaciones. En 1984, la duodécima reunión consultiva solicitó del CCIA que estudiase la creciente utilización de los satélites de comunicaciones y la capacidad del sistema antártico de telecomunicaciones para atender a las demandas derivadas del aumento del transporte marítimo y aéreo de la Antártida. (ONU, 1984; pp. 24-25).

Existe una estrecha colaboración entre el CCIA y las partes del Tratado. Varias recomendaciones del comité han sido asumidas por algunas reuniones consultivas, como algunas relativas a la conservación de la flora y de la fauna antárticas, o al impacto de la exploración o la explotación de los minerales de la zona antártica sobre el medio ambiente.

CONTROL Y VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS: EL SISTEMA DE INSPECCIÓN SOBRE EL TERRENO

Es un factor fundamental para evitar recelos entre las partes.

En el artículo VII se establece un sistema de inspección con observadores, que tienen entera libertad de acceso, en cualquier momento, a todas y cada una de las regiones de la Antártida. No sólo a las estaciones, instalaciones y equipos, sino también a todos los navíos y aeronaves, en los puntos de embarque y desembarque de personal o de carga. Los observadores deben de ser designados por las partes contratantes. Cada parte puede designar observadores nacionales para llevar a cabo las inspecciones previstas, y deberá informar de sus nombres, así como del momento en que cesen en sus funciones, a las otras partes contratantes.

El párrafo quinto del mismo artículo estipula que cada una de las partes informará por adelantado a las otras partes sobre toda expedición hacia, y dentro de, la Antártida, en la que participen sus navíos o ciudadanos nacionales suyos, o que se inicien o se organicen en su territorio. También debe de informar sobre todas las estaciones en la Antártida ocupadas por sus nacionales, y sobre todo el personal, o equipos, militares, que se tenga en proyecto introducir en ese continente, con sujeción a lo dispuesto en el artículo I del Tratado. Estas prácticas han demostrado su utilidad no solamente por razones de inspección, sino también para el rescate de expediciones perdidas.

LA JURISDICCIÓN

El artículo VIII se ocupa de la jurisdicción que tiene cada una de las partes contratantes sobre todas las personas que se encuentren en la Antártida, al establecer que:

> «Los observadores designados de acuerdo con el artículo VII y el personal científico intercambiado de acuerdo con el artículo III del Tratado, así como los miembros del personal acompañante de dichas personas, estarán sometidos sólo a la jurisdicción de la parte contratante de la cual sean nacionales, en lo referente a las acciones u omisiones que tengan lugar mientras se encuentren en la Antártida con el fin de ejercer sus funciones.»

En el siguiente párrafo se establece que las partes que pudieran estar implicadas en cualquier tipo de controversia relativa al ejercicio de la jurisdicción, se consultarán inmediatamente, con el ánimo de alcanzar una solución mutuamente aceptable.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo X del Tratado, las partes contratantes tienen el compromiso de hacer los esfuerzos apropiados, siempre que sean compatibles con la Carta de Naciones Unidas, para que nadie lleve a cabo en la Antártida actividad alguna que sea contraria a los propósitos y principios del Tratado.

ZONA DE APLICACIÓN DEL TRATADO

Del artículo VI se desprende que la zona de aplicación de las disposiciones del mismo es la región situada al sur de los 60° de latitud sur, y que nada de lo allí dispuesto contradice a las disposiciones del Derecho Internacional respecto a la «alta mar». No queda clara la posible aplicación a las barreras de hielo, la banquisa de hielo, y las aguas subyacentes.

En los aspectos referentes al medio ambiente, el Protocolo de Madrid, de 1991, subsana esta ambigüedad, al hacer mención expresa de la obligación de:

> «Evitar cambios significativos en el medio ambiente atmosférico, terrestre (incluyendo el acuático), glacial y marino» (artículo 3.2.iii).

LAS REUNIONES CONSULTIVAS

El Tratado Atlántico no crea ninguna estructura permanente de organización, sino que articula su funcionamiento a base de las llamadas reuniones consultivas. Previstas en el artículo IX del Tratado, estas reuniones se celebrarán entre las 12 partes contratantes originales, a las que se han ido añadiendo otras nuevas, elegidas, en virtud de lo establecido en este mismo artículo, por haber demostrado su interés en la Antártida mediante la realización de investigaciones científicas relevantes, como el establecimiento de una estación científica o el envío de una expedición científica.

Este requisito contribuye a reducir el número de los que valoran y toman decisiones sobre el continente antártico a aquellos que tienen un verdadero interés científico en la zona, aunque no es de aplicación a las partes contratantes originales.

Al no existir una burocracia permanente, cada sesión se coloca en las manos del Estado que la organiza, que lo hace de manera voluntaria y se responsabiliza de la buena organización de la misma. Los países anfitriones acceden a tal situación por orden alfabético (de acuerdo con el idioma inglés). Los idiomas oficiales de las reuniones son cuatro: inglés, francés, español y ruso. Aunque, en la práctica, los más utilizados son el inglés y el español.

En esas reuniones se estudian y elaboran medidas, con la finalidad de ir implementando el Tratado en virtud de las circunstancias de cada momento. Las partes consultivas adoptan tres tipos de acuerdos: «decisiones, recomendaciones» y «medidas», y en el proceso rige el principio de la «unanimidad». Los Estados-Parte del Tratado están obligados a trasponer a su legislación interna los acuerdos tomados, en el grado correspondiente. Las decisiones y recomendaciones se convierten en obligatorias después de haber sido ratificadas internamente por todos los Estados-Parte. Esto retrasas el procedimiento de obligatoriedad. Debido a ello, a algunos de los acuerdos de estas reuniones se les otorga la calidad de MEDIDAS, que son de obligado cumplimiento desde el momento de ser adoptadas.

Los acuerdos constituyen un cuerpo normativo, dentro del marco del Tratado, cuyo conjunto va creando una especie de sistema legal aplicable al continente antártico. Sus deliberaciones abarcan: el uso de la Antártida para fines pacíficos; las facilidades que permitan la investigación científica, y la cooperación científica internacional; las facilidades para el ejercicio del derecho de inspección y de la jurisdicción; áreas y zonas especialmente protegidas; meteorología; y la protección y conservación de los recursos vivos del continente. Este último aspecto ha sido resaltado siempre como uno de los objetivos principales de la actividad de las reuniones.

El artículo X del Tratado otorgaba capacidad a las partes contratantes para velar por el cumplimiento del mismo. Las reuniones consultivas sirven para este propósito, y las partes consultivas adquieren, debido a esta capacidad, una especial responsabilidad como garantes del cumplimiento del Tratado. A través de la recomendación VI-7, las partes consultivas decidieron hacer los esfuerzos necesarios para impedir que los turistas, u otros visitantes, realizasen en la zona actividades contrarias a los propósitos y principios del Tratado, o de las recomendaciones realizadas con arreglo a él.

La recomendación IX-1 resalta la necesidad de velar porque ninguna actividad realizada en la Antártida, incluidas la exploración y explotación comerciales en caso de producirse en el futuro, sea causa de desacuerdo internacional, ponga en peligro el medio ambiente particular de la Antártida, perturbe la investigación científica, o sea de cualquier otro modo contraria a los propósitos y principios del Tratado Antártico.

Muchas otras recomendaciones están diseñadas con el mismo propósito. En ciertos casos, las partes consultivas han preferido derivar decisiones sobre asuntos de gran importancia hacia otras figuras legislativas. Así, han

promovido la celebración de convenios y convenciones que regulasen algunos temas altamente sensibles, desde otras plataformas más consolidadas en el Derecho Internacional. Estos temas han sido, hasta la fecha, relativos a la conservación de organismos vivos, y a la explotación de los recursos minerales.

Al discutirse normas de procedimiento y funcionamiento del sistema del Tratado Antártico, las reuniones consultivas se convierten, de hecho, en el mecanismo fundamental para la permanencia y desarrollo del mismo, dándole la flexibilidad necesaria en un asunto tan delicado y que podría, de otra forma, ser objeto de controversias destructoras.

En cierto modo, se responde con la estructura de las reuniones consultivas al mandato del artículo XI del Tratado, que dispone que:

> «En caso de surgir una controversia entre dos o más de las partes contratantes, relativa a la interpretación o a la aplicación del presente Tratado, dichas partes contratantes se consultarán entre sí con el propósito de resolver la controversia por negociación, investigación, mediación, conciliación, arbitraje, decisión judicial, u otros medios pacíficos a su elección.»

Una vez aprobadas, las decisiones, recomendaciones y medidas, tienen el valor jurídico de verdaderos acuerdos internacionales, por ser normas aplicables a la Antártida. Es una especie de «procedimiento legislativo» que permite ir creando un *corpus,* o acervo legislativo, dentro del marco del Tratado.

Sin embargo, estos acuerdos entran en vigor sólo cuando han sido aprobadas por todas las partes contratantes:

> «Cuyos representantes estuvieron facultados para participar en las reuniones que se celebraron para considerar esas medidas» (párrafo cuarto del artículo IX del Tratado).

Debido a ello, no son automáticamente vinculantes para las partes que se han adherido al Tratado después de su firma en 1959, aunque tengan derecho a ser partes consultivas. Esto induce a brechas en el cumplimiento del mecanismo legislativo referente a la Antártida, por lo que en varias ocasiones se ha discutido en el seno de dichas reuniones la conveniencia de instar a los Estados de reciente incorporación a declarar su propósito de aprobar las recomendaciones vigentes. En la práctica, se exige la aceptación del acervo de normas adoptadas en las reuniones consultivas anteriores para adquirir la condición de parte consultiva.

Hasta la fecha, han adquirido la condición de parte consultiva: la India y Brasil —no tanto por su participación investigadora como por su condición de líderes de los países en vías de desarrollo— Alemania, Corea del Sur, China, Ecuador, España, Finlandia, Italia, Países Bajos, Perú, Polonia, Suecia y Uruguay.

Las reuniones tuvieron, durante muchos años, una periodicidad bianual, y desde 1997 se realizan anualmente.

Desde hace algún tiempo, se discute crear una oficina permanente como sede de estas reuniones. De hecho, Argentina ha ofrecido su país como posible sede. Pero todavía no hay una decisión tomada al respecto.

LAS RELACIONES ENTRE LOS ESTADOS-PARTE DEL TRATADO: RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS, MALENTENDIDOS Y COMPORTAMIENTOS EXIGIDOS POR EL TRATADO

De estos aspectos se ocupa el artículo XI del mismo.

Como ya hemos descrito en el apartado anterior, las controversias acerca de la interpretación o la aplicación del Tratado deben intentar resolverse por medios pacíficos, por medio de la negociación, conciliación, arbitraje, etc. En caso de que tales medios no resultaran suficientes para resolver alguna controversia, el párrafo segundo del artículo XI establece que se puede llevar dicha controversia a la Corte Internacional de Justicia, con el consentimiento de todas las partes en controversia, para su resolución. De no haber acuerdo para llevarla a tal Corte, las partes deberán de seguir buscando la solución por los medios pacíficos ya indicados.

NORMAS SOBRE ENMIENDA, REVISIÓN Y RETIRADA DEL TRATADO

El artículo XII establece que el Tratado puede ser modificado o enmendado en cualquier momento, con el consentimiento unánime de las partes contratantes cuyos representantes estén facultados para participar en las reuniones consultivas. No entrarán en vigor hasta que el gobierno depositario haya recibido aviso de su ratificación. Si cualquiera de las partes contratantes no consultivas no ratifica las modificaciones o enmiendas en el plazo de dos años, se entenderá que se ha retirado del Tratado.

El Tratado Antártico contiene la «cláusula de los 30 años», por la que, al transcurrir este tiempo, contado a partir de la entrada en vigor del Tratado (es decir en 1991) cualquiera de las partes contratantes facultadas para participar en las reuniones consultivas podrá solicitar la convocatoria de

una conferencia de todas las partes, con el objeto de revisar su funcionamiento. Esta conferencia tendría que celebrarse en el menor plazo posible.

En dicha conferencia se podría aprobar cualquier modificación o enmienda al Tratado, siendo necesario, para la aprobación, la aceptación de la mayoría de las partes contratantes representadas en la conferencias, incluida la mayoría de las partes facultadas para participar en las reuniones consultivas. La entrada en vigor de dichas modificaciones seguirían la misma norma: la ratificación de todas las partes consultivas. Si después de transcurridos dos años, cualquiera de esas modificaciones no hubiera entrado en vigor, las partes contratantes podrán decidir si quieren dejar de ser partes en el Tratado. Lo que tendrá efecto dos años después de que el gobierno depositario haya sido adecuadamente notificado.

Ninguna de las partes ha hecho uso de ese derecho. Por lo que el Tratado continúa vigente en su situación anterior.

El sistema legal del Tratado Antártico

Como ya se ha dicho, el Tratado no abarca todas las posibles situaciones, actividades, complicaciones, etc., que pueden plantearse en relación con la Antártida. Pero prevé (a través de su artículo IX) el desarrollo de instrumentos jurídicos internacionales que regulen todo aquello que las partes del Tratado consideren que puede afectar al mantenimiento de la situación creada con la firma del Tratado, reforzándolo y garantizando con ello que el continente no se convertirá en objeto de discordia internacional, e incrementando la protección de sus riquezas y de su valor como reserva medio ambiental.

Con este objeto, se ha ido creando un sistema legal, que incluye (además de los acuerdos de las reuniones consultivas) otros instrumentos de Derecho Internacional. Los más importantes, hasta la fecha, son los relativos a «la explotación de los recursos de la Antártida y la preservación de su medio ambiente», aspectos que el Tratado no regula expresamente. Estos son:

1. La Convención de Londres para la Conservación de las Focas Marinas (1972).
2. El Convenio de Canberra para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (1980).
3. La Convención de Wellington para la Reglamentación de las Actividades sobre los Recursos Minerales Antárticos (1988).
4. El Protocolo sobre Protección de Medio Ambiente (1991).

A los anteriores instrumentos podrían añadirse otros de ámbito más amplio, pero que han sido utilizados para dictar normas concernientes a la Antártida, como la Convención Internacional de la Pesca de la Ballena, que data de 1946, y en cuyo marco se ha celebrado recientemente (1994) un acuerdo por el que la Comisión Ballenera Internacional creaba un santuario de ballenas en el océano Antártico, entre los 40 y 60° de latitud sur, aunque con la oposición de Japón.

El Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente

Es el acuerdo más importante desde la firma del Tratado Antártico. También se le conoce como Protocolo de Madrid, por haberse acordado y firmado en esta ciudad, en 1991, por 26 Estados-Partes en el Tratado Antártico, y que entró en vigor el 14 de enero de 1998 después de que hubiera depositado los instrumentos de ratificación el último de ellos (Japón). Su objetivo es complementar al Tratado Antártico, sin que pueda «modificarlo ni enmendarlo» (artículo 4). Su cumplimiento se considera extraordinariamente importante, por lo que su artículo 5 establece que las partes contratantes deberán de «consultar y cooperar» con las partes de otros instrumentos jurídicos relativos a la Antártida, para asegurar la realización de sus objetivos y principios.

Con objeto de reforzar las posibilidades de su aplicación, su artículo 22 (apartado 4) establece que aquellas partes contratantes que no hayan «ratificado, aceptado, aprobado, este Protocolo, o se hayan adherido a él» no tendrán derecho a que las partes consultivas actúen ante una notificación suya relativa a su derecho a designar a los representantes que participen en las reuniones consultivas.

El Protocolo tiene como objeto darle un tratamiento especial a los aspectos ecológicos y medioambientales, y subraya la importancia de la cooperación internacional para realizar los objetivos y principios de preservación del medio ambiente antártico, regulando los diversos aspectos relacionados con ello.

En su artículo 3, las partes «se comprometen a la protección global del medio ambiente antártico, y los ecosistemas dependientes y asociados», y reafirma lo establecido en el artículo 2, en el que se designa a la Antártida como «reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia». Por ello, subraya la necesidad de dicha protección, dado su gran valor como área para las investigaciones científicas, en especial las necesarias para la

comprensión del medio ambiente global. Es de notar la minuciosidad con que se establecen una serie de «principios», o normas dirigidas a preservar los valores de la vida silvestre y estéticos del continente antártico, y hacer posible su mantenimiento como área de investigación científica privilegiada. El procedimiento de control de las actividades que puedan incidir sobre estos aspectos, de tal manera que se pueda prevenir el posible impacto de las mismas, evitando que sea perjudicial, así como la detección precoz de efectos imprevistos, se regula a través de unas normas que obligan a proceder a la evaluación previa del impacto de las actividades sobre el medio ambiente (artículo 8). Se establece que las actividades para las cuales se requiere notificación previa, de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, deberán de «modificarse, suspenderse, o cancelarse si provocan, o amenazan con provocar, repercusiones en el medio ambiente antártico o en sus ecosistemas dependientes o asociados», haciéndose alusión expresa al turismo. También regula las acciones de respuesta en caso de emergencia mediambiental (artículo 15).

Para que todo lo anterior sea posible, se incide sobre la importancia de la cooperación, y contiene una relación de fórmulas para desarrollarla, que las partes deben de esforzarse por respetar (artículo 6).

Otro aspecto que merece la pena hacer notar es que entre sus regulaciones se incluye una referencia expresa a que el término «medio ambiente terrestre» incluye al acuático, y también al glacial y marítimo, lo que llena un vacío del Tratado Antártico.

Se excluye expresamente la explotación de los recursos minerales de la Antártida, al prohibir en su artículo 7 «cualquier actividad relacionada con los recursos minerales» salvo la investigación científica.

Entre otras importantes funciones, el Protocolo incluye las derivadas de la «creación de un comité para la protección del medio ambiente». Este se crea en su artículo 11, estableciéndose que todas las partes al Protocolo tendrá derecho a nombrar un representante en ese comité, quien podrá estar acompañado por expertos y asesores. Asimismo, cualquier parte contratante del Tratado Antártico que no sea parte al Protocolo podrá acceder al estatuto de «observador» dentro de dicho comité.

En el Protocolo sobre Protección al Medio Ambiente se concede una gran importancia a las reuniones consultivas, ya que a esta plataforma de decisión se la responsabiliza de realizar las inspecciones oportunas para asegurar el cumplimiento del Protocolo, y de elaborar normas que regulen la

responsabilidad de aquellos que provoquen daños contra el medio ambiente.

Consta el Protocolo de 26 artículos, y se completa mediante un apéndice sobre arbitraje (que a su vez contiene 13 artículos) y cuatro anexos que, de acuerdo con su artículo 9, constituyen parte integrante del mismo, ya que sirven para desarrollar, detalladamente, aspectos incluidos en el Protocolo.

El apéndice sobre arbitraje establece la forma en que deberá de actuar un Tribunal Arbitral, para solucionar casos de controversia entre las partes, así como la forma en que debe de constituirse y tomar sus decisiones arbitrales.

El Anexo I se ocupa de establecer la forma en que deberá de realizarse la evaluación del impacto de las actividades propuestas sobre el medio ambiente, así como la utilización de la evaluación en la toma de decisiones sobre la aceptación o rechazo de cada actividad propuesta.

El Anexo II, sobre Conservación de la Fauna y Flora Antárticas, empieza por definir cuidadosamente la terminología referente a fauna, flora, y acciones relacionadas con ellas, de manera que se eviten posibles dudas en la aplicación de la normativa sobre protección de la flora y la fauna nativa que se relaciona posteriormente. Entre esas normas, se incluyen medidas para evitar la introducción de especies, parásitos y enfermedades no autóctonas. También incluye un apéndice estableciendo «especies especialmente protegidas».

El Anexo III se ocupa de otro tema muy sensible en la situación actual de las actividades relacionadas con la Antártida: La Eliminación y Tratamiento de Residuos. No sólo se establece la forma de reducir al mínimo los residuos en general, sino que también se especifican aquellos materiales y objetos que deberán de ser quitados físicamente, por remoción, del continente antártico. Se prohíbe directamente introducir en el área una serie de productos, se establecen cuales podrán ser incinerados y de qué manera, se regula la eliminación de residuos líquidos en el mar, y se hace una planificación del tratamiento de residuos.

El Anexo IV, sobre Prevención de la Contaminación Marina, se ocupa de todo tipo de basuras, pero se preocupa especialmente por los vertidos o fugas de hidrocarburos. También establece la obligación de preparar planes de contingencia en respuesta a una posible contaminación marina.

Finalmente, el Anexo V, sobre Protección y Gestión de Zonas, establece la posibilidad de que cualquier zona (incluyendo una zona marina) pueda ser

designada como «zona antártica especialmente protegida», o como «zona antártica especialmente administrada», quedando sujetas a las disposiciones establecidas en el anexo. El objetivo es preservar algunas zonas, que no hayan sufrido todavía interferencias humanas, para proteger posibles valores especiales. Este anexo está en concepto de «recomendación».

En la actualidad está en proceso de discusión un nuevo anexo, sobre «responsabilidades derivadas de agresiones al medio ambiente», pero este tema es objeto de gran controversia y no se ha llegado a un acuerdo definitivo. Tal vez porque está inevitablemente ligado a los problemas derivados de un posible desarrollo turístico de la Antártida.

Conclusiones

Aunque las razones que llevaron a la conclusión de un Tratado sobre la Antártida fueran predominantemente de tipo pacificador, ya que se concibió como medio de eliminar fuentes de fricción y conflicto entre Estados importantes, sus consecuencias han superado a las aspiraciones iniciales, y hasta la fecha, está sirviendo además para otros fines de importancia indudable a nivel internacional. Dos aspectos destacan entre otros posibles: el primero, que está sirviendo para demostrar las enormes ventajas derivadas de la cooperación internacional. El segundo, es su demostrada capacidad para salvaguardar el valor del continente antártico como reserva medio ambiental mundial. Se ha podido conservar como la única región silvestre del Planeta, preservándose de esta manera todos los procesos de interacción entre la atmósfera, los océanos, el hielo y la biota, que repercuten en todo el sistema ecológico mundial. La Antártida, gracias a la legislación internacional que la protege, cada vez tiene más valor como lugar de realización de investigaciones científicas, y para la comprensión de procesos de medio ambiente mundial.

BIBLIOGRAFÍA

BRUNO, F. A.: «Tratado Antártico». *Boletín de Información* número 255, pp. 97-108. CESEDEN. Ministerio de Defensa. Madrid, 1998.

BROTONS, R. y otros: *Derecho Internacional.* McGraw Hill. Madrid, 1997.

DÍEZ DE VELASCO, M.: *Instituciones de Derecho Internacional Público.* Madrid, 1997.

ONU. Informe del Secretario General a la Asamblea General, 31 de octubre de 1984. «Cuestión de la Antártida». 39 periodo de sesiones. Tema 66 del programa.

ONU. Informe del Secretario General a la Asamblea General, 20 de septiembre de 1996. «El estado del medio ambiente en la Antártida». 51 periodo de sesiones. Tema 62 del programa.

Textos del Tratado Antártico y del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente.

ANEXOS

Anexo A

16119 *INSTRUMENTO de adhesión de 18 de marzo de 1982 del Tratado Antártico, hecho en Washington el 1 de diciembre de 1959.*

DON JUAN CARLOS I

REY DE ESPAÑA

Concedido por las Cortes Generales la autorización prevista en el artículo 94.1 de la Constitución y, por consiguiente, cumplidos los requisitos exigidos por la legislación española, extiendo el presente Instrumento de adhesión de España al Tratado Antártico, hecho en Washington el 1 de diciembre de 1959, para que, mediante su depósito y de conformidad con lo dispuesto en su artículo XIII, España pase a ser Parte de dicho Tratado.

En fe de lo cual firmo el presente Instrumento, debidamente sellado y refrendado por el infrascrito Ministro de Asuntos Exteriores.

Dado en Madrid a 18 de marzo de 1982.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Asuntos Exteriores,
JOSE ANTONIO PEREZ-LLORCA

TRATADO ANTARTICO

Los Gobiernos de Argentina, Australia, Bélgica, Chile, la República Francesa, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, la Unión del Africa del Sur, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América,

Reconociendo que es en interés de toda la humanidad que la Antártida continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional;

Reconociendo la importancia de las contribuciones aportadas al conocimiento científico como resultado de la cooperación internacional en la investigación científica en la Antártida;

Convencidos de que el establecimiento de una base sólida para la continuación y el desarrollo de dicha cooperación, fundada en la libertad de investigación científica en la Antártida, como fuera aplicada durante el Año Geofísico Internacional, concuerda con los intereses de la ciencia y el progreso de toda la humanidad;

Convencidos, también, de que un Tratado que asegure el uso de la Antártida exclusivamente para fines pacíficos y la continuación de la armonía internacional en la Antártida promoverá los propósitos y principios enunciados en la Carta de las Naciones Unidas,

Han acordado lo siguiente:

ARTICULO I

1. La Antártida se utilizará exclusivamente para fines pacíficos. Se prohíbe, entre otras, toda medida de carácter militar, tal como el establecimiento de bases y fortificaciones militares, la realización de maniobras militares, así como los ensayos de toda clase de armas.

2. El presente Tratado no impedirá el empleo de personal o equipo militares para investigaciones científicas o para cualquier otro fin pacífico.

ARTICULO II

La libertad de investigación científica en la Antártida y la cooperación hacia ese fin, como fueran aplicadas durante el Año Geofísico Internacional, continuarán sujetas a las disposiciones del presente Tratado.

ARTICULO III

1. Con el fin de promover la cooperación internacional en la investigación científica en la Antártida, prevista en el artículo II del presente Tratado, las Partes Contratantes acuerdan proceder, en la medida más amplia posible:

a) Al intercambio de información sobre los proyectos de programas científicos en la Antártida, a fin de permitir el máximo de economía y eficiencia en las operaciones.

b) Al intercambio de personal científico entre las expediciones y estaciones en la Antártida.

c) Al intercambio de observaciones y resultados científicos sobre la Antártida, los cuales estarán disponibles libremente.

2. Al aplicarse este artículo se dará el mayor estímulo al establecimiento de relaciones cooperativas de trabajo con aquellos Organismos especializados de las Naciones Unidas y con otras organizaciones internacionales que tengan interés científico o técnico en la Antártida.

ARTICULO IV

1. Ninguna disposición del presente Tratado se interpretará:

a) Como una renuncia, por cualquiera de las Partes Contratantes, a sus derechos de soberanía territorial o a las reclamaciones territoriales en la Antártida que hubiere hecho valer precedentemente.

b) Como una renuncia o menoscabo por cualquiera de las Partes Contratantes a cualquier fundamento de reclamación de soberanía territorial en la Antártida que pudiera tener, ya sea como resultado de sus actividades o de las de sus nacionales en la Antártida, o por cualquier otro motivo.

c) Como perjudicial a la posición de cualquiera de las Partes Contratantes, en lo concerniente a su reconocimiento o no reconocimiento del derecho de soberanía territorial, de una reclamación o de un fundamento de reclamación de soberanía territorial de cualquier otro Estado en la Antártida.

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

ARTICULO V

1. Toda explosión nuclear en la Antártida y la eliminación de desechos radiactivos en dicha región quedan prohibidas.

2. En caso de que se concluyan acuerdos internacionales relativos al uso de la energía nuclear, comprendidas las explosiones nucleares y la eliminación de desechos radiactivos, en los que sean partes todas las Partes Contratantes cuyos representantes estén facultados a participar en las reuniones previstas en el artículo IX, las normas establecidas en tales acuerdos se aplicarán en la Antártida.

ARTICULO VI

Las disposiciones del presente Tratado se aplicarán a la región situada al Sur de los 60° de latitud Sur, incluidas todas las barreras de hielo; pero nada en el presente Tratado perjudicará o afectará en modo alguno los derechos o el ejercicio de los derechos de cualquier Estado conforme al Derecho Internacional en lo relativo a la alta mar dentro de esa región.

ARTICULO VII

1. Con el fin de promover los objetivos y asegurar la aplicación de las disposiciones del presente Tratado, cada una de las Partes Contratantes, cuyos representantes estén facultados a participar en las reuniones a que se refiere el artículo IX de este Tratado, tendrá derecho a designar observadores para llevar a cabo las inspecciones previstas en el presente artículo. Los observadores serán nacionales de la Parte Contratante que los designa. Sus nombres se comunicarán a cada una de las demás Partes Contratantes que tienen derecho a designar observadores y se les dará igual aviso cuando cesen en sus funciones.

2. Todos los observadores designados de conformidad con las disposiciones del párrafo 1 de este artículo gozarán de entera libertad de acceso, en cualquier momento, a cada una y a todas las regiones de la Antártida.

3. Todas las regiones de la Antártida y todas las estaciones, instalaciones y equipos que allí se encuentren, así como todos los navíos y aeronaves en los puntos de embarque y desembarque de personal o de carga en la Antártida, estarán abiertos en todo momento a la inspección por parte de cualquier observador designado de conformidad con el párrafo 1 de este artículo.

4. La observación aérea podrá efectuarse, en cualquier momento, sobre cada una y todas las regiones de la Antártida por cualquiera de las Partes Contratantes que estén facultadas a designar observadores.

5. Cada una de las Partes Contratantes, al entrar en vigencia respecto de ella el presente Tratado, informará a las otras Partes Contratantes y, en lo sucesivo, les informará por adelantado sobre:

a) Toda expedición a la Antártida y dentro de la Antártida en la que participen sus navíos o nacionales, y sobre todas las expediciones a la Antártida que se organicen o partan de su territorio.

b) Todas las estaciones en la Antártida ocupadas por sus nacionales.

c) Todo personal o equipo militares que se proyecte introducir en la Antártida, con sujeción a las disposiciones del párrafo 2 del artículo I del presente Tratado.

ARTICULO VIII

1. Con el fin de facilitarles el ejercicio de las funciones que les otorga el presente Tratado, y sin perjuicio de las respectivas posiciones de las Partes Contratantes en lo que concierne a la jurisdicción sobre todas las demás personas en la Antártida, los observadores designados de acuerdo con el párrafo 1 del artículo VII y el personal científico intercambiado de acuerdo con el subpárrafo 1, b), del artículo III del Tratado, así como los miembros del personal acompañante de dichas personas, estarán sometidos sólo a la jurisdicción de la Parte Contratante de la cual sean nacionales, en lo referente a las acciones u omisiones que tengan lugar mientras se encuentren en la Antártida con el fin de ejercer sus funciones.

2. Sin perjuicio de las disposiciones del párrafo 1 de este artículo, y en espera de la adopción de medidas expresadas en el subpárrafo 1, e), del artículo IX, las Partes Contratantes implicadas en cualquier controversia con respecto al ejercicio de la jurisdicción en la Antártida se consultarán inmediatamente con el ánimo de alcanzar una solución mutuamente aceptable.

ARTICULO IX

1. Los representantes de las Partes Contratantes, nombradas en el preámbulo del presente Tratado, se reunirán en la ciudad de Canberra dentro de los dos meses después de la entrada en vigencia del presente Tratado y, en adelante, a intervalos y en lugares apropiados, con el fin de intercambiar informaciones, consultarse mutuamente sobre asuntos de interés común relacionados con la Antártida y formular, considerar y recomendar a sus Gobiernos medidas para promover los principios y objetivos del presente Tratado, inclusive medidas relacionadas con:

a) Uso de la Antártida para fines exclusivamente pacíficos.
b) Facilidades para la investigación científica en la Antártida.
c) Facilidades para la cooperación científica internacional en la Antártida.
d) Facilidades para el ejercicio de los derechos de inspección previstos en el artículo VII del presente Tratado.
e) Cuestiones relacionadas con el ejercicio de la jurisdicción en la Antártida.
f) Protección y conservación de los recursos vivos de la Antártida.

2. Cada una de las Partes Contratantes que haya llegado a ser Parte del presente Tratado por adhesión, conforme al artículo XIII, tendrá derecho a nombrar representantes que participarán en las reuniones mencionadas en el párrafo 1 del presente artículo, mientras dicha Parte Contratante demuestre su interés en la Antártida mediante la realización en ella de investigaciones científicas importantes, como el establecimiento de una estación científica o el envío de una expedición científica.

3. Los informes de los observadores mencionados en el artículo VII del presente Tratado serán transmitidos a los representantes de las Partes Contratantes que participen en las reuniones a que se refiere el párrafo 1 del presente artículo.

4. Las medidas contempladas en el párrafo 1 de este artículo entrarán en vigencia cuando las aprueben todas las Partes Contratantes, cuyos representantes estuvieron facultados a participar en las reuniones que se celebraron para considerar esas medidas.

5. Cualquiera o todos los derechos establecidos en el presente Tratado podrán ser ejercidos desde la fecha de su entrada en vigencia, ya sea que las medidas para facilitar el ejercicio de tales derechos hayan sido o no propuestas, consideradas o aprobadas conforme a las disposiciones de este artículo.

ARTICULO X

Cada una de las Partes Contratantes se compromete a hacer los esfuerzos apropiados, compatibles con la Carta de las Naciones Unidas, con el fin de que nadie lleve a cabo en la Antártida ninguna actividad contraria a los propósitos y principios del presente Tratado.

ARTICULO XI

1. En caso de surgir una controversia entre dos o mas de las Partes Contratantes, concerniente a la interpretación o a la aplicación del presente Tratado, dichas Partes Contratantes se consultarán entre sí con el propósito de resolver la controversia por negociación, investigación, mediación, conciliación, arbitraje, decisión judicial u otros medios pacíficos, a su elección.

2. Toda controversia de esa naturaleza, no resuelta por tales medios, será referida a la Corte Internacional de Justicia, con el consentimiento, en cada caso; de todas las partes en controversia, para su resolución; pero la falta de acuerdo para referirla a la Corte Internacional de Justicia no dispensará a las partes en controversia de la responsabilidad de seguir buscando una solución por cualquiera de los diversos medios pacíficos contemplados en el párrafo 1 de este artículo.

ARTICULO XII

1. a) El presente Tratado podrá ser modificado o enmendado, en cualquier momento, con el consentimiento unánime de las Partes Contratantes, cuyos representantes estén facultados a participar en las reuniones previstas en el artículo IX. Tal modificación o tal enmienda entrará en vigencia cuando el Gobierno depositario haya sido notificado por la totalidad de dichas Partes Contratantes de que las han ratificado.

b) Subsiguientemente, tal modificación o tal enmienda entrará en vigencia, para cualquier otra Parte Contratante, cuando el Gobierno depositario haya recibido aviso de su ratificación. Si no se recibe aviso de ratificación de dicha Parte Contratante dentro del plazo de dos años, contados desde la fecha de entrada en vigencia de la modificación o enmienda, en conformidad con lo dispuesto en el subpárrafo 1 (a) de este artículo, se la considerará como habiendo dejado de ser Parte del presente Tratado en la fecha de vencimiento de tal plazo.

2. a) Si después de expirados treinta años, contados desde la fecha de entrada en vigencia del presente Tratado, cualquiera de las Partes Contratantes, cuyos representantes estén facultados a participar en las reuniones previstas en el artículo IX, así lo solicita, mediante una comunicación dirigida al Gobierno depositario, se celebrará, en el menor plazo posible, una Conferencia de todas las Partes Contratantes para revisar el funcionamiento del presente Tratado.

b) Toda modificación o toda enmienda al presente Tratado, aprobada en tal Conferencia por la mayoría de las Partes Contratantes en ella representadas, incluyendo la mayoría de aquellas cuyos representantes están facultados a participar en las reuniones previstas en el artículo IX, se comunicará a todas las Partes Contratantes por el Gobierno depositario, inmediatamente después de finalizar la Conferencia, y entrará en vigencia de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo.

c) Si tal modificación o tal enmienda no hubiere entrado en vigencia, de conformidad con lo dispuesto en el subpárrafo 1 a) de este artículo, dentro de un período de dos años, contados desde la fecha de su comunicación a todas las Partes Contratantes, cualquiera de las Partes Contratantes podrá, en cualquier momento, después de la expiración de dicho plazo, informar al Gobierno depositario que ha dejado de ser Parte del presente Tratado, y dicho retiro tendrá efecto dos años después que el Gobierno depositario haya recibido esta notificación.

ARTICULO XIII

1. El presente Tratado estará sujeto a la ratificación por parte de los Estados signatarios. Quedará abierto a la adhesión de cualquier Estado que sea miembro de las Naciones Unidas, o de cualquier otro Estado que pueda ser invitado a adherirse al Tratado con el consentimiento de todas las Partes Contratantes cuyos representantes estén facultados a participar en las reuniones previstas en el artículo IX del Tratado.

2. La ratificación del presente Tratado o la adhesión al mismo será efectuada por cada Estado de acuerdo con sus procedimientos constitucionales.

3. Los instrumentos de ratificación y los de adhesión serán depositados ante el Gobierno de los Estados Unidos de América, que será el Gobierno depositario.

4. El Gobierno depositario informará a todos los Estados signatarios y adherentes sobre la fecha de depósito de cada instrumento de ratificación o de adhesión y sobre la fecha de entrada en vigencia del Tratado y de cualquier modificación o enmienda al mismo.

5. Una vez depositados los instrumentos de ratificación por todos los Estados signatarios, el presente Tratado entrará en vigencia para dichos Estados y para los Estados que hayan depositado sus instrumentos de adhesión. En lo sucesivo, el Tratado entrará en vigencia para cualquier Estado adherente una vez que deposite su instrumento de adhesión.

6. El presente Tratado será registrado por el Gobierno depositario conforme al artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

ARTICULO XIV

El presente Tratado, hecho en los idiomas inglés, francés, ruso y español, siendo cada uno de estos textos igualmente auténtico, será depositado en los Archivos del Gobierno de los Estados Unidos de América, el que enviará copias debidamente certificadas del mismo a los Gobiernos de los Estados signatarios y de los adherentes.

En testimonio de lo cual, los infrascritos Plenipotenciarios, debidamente autorizados, suscriben el presente Tratado.

Hecho en Washington el primer día del mes de diciembre de 1959.

ESTADOS PARTE

	Ratificación	Adhesión	Entrada en vigor
Alemania, República Federal de (1)	—	5- 2-1979	5- 2-1979
Argentina	23- 6-1961	—	23- 6-1961
Australia	23- 6-1961	—	23- 6-1961
Bélgica	26- 7-1960	—	23- 6-1961
Brasil	—	16- 5-1975	16- 5-1975
Bulgaria	—	11- 9-1978	11- 9-1978
Checoslovaquia	—	14- 6-1962	14- 6-1962
Chile	23- 6-1961	—	23- 6-1961
Dinamarca	—	20- 5-1965	20- 5-1965
Estados Unidos	18- 8-1960	—	23- 6-1961
Francia	16- 9-1960	—	23- 6-1961
Italia	—	18- 3-1981	18- 3-1981
Japón	4- 8-1960	—	23- 6-1961
Noruega	24- 8-1960	—	23- 6-1961
Nueva Zelanda	1-11-1960	—	23- 6-1961
Países Bajos (2)	—	30- 3-1967	30- 3-1967
Papua Nueva Guinea	—	16- 3-1981 (3)	16- 9-1975 (4)
Perú	—	10- 4-1981	10- 4-1981
Polonia	—	8- 6-1961	23- 6-1961
Reino Unido	31- 5-1960	—	23- 6-1961
República Democrática Alemana (5)	—	19-11-1974	19-11-1974
República Sudafricana	21- 6-1960	—	23- 6-1961
Rumania (6)	—	15- 9-1971	15- 9-1971
URSS	2-11-1960	—	23- 6-1961
Uruguay (7)	—	11- 1-1980	11- 1-1980
España	—	31- 3-1982	31- 3-1982

(1) El Instrumento de Adhesión de la República Federal de Alemania fue acompañado de una declaración contenida en una nota de Embajador de la República Federal de Alemania de fecha 5 de febrero de 1979, en la que se indica que a partir de la fecha en que el Tratado entre en vigor para la República Federal de Alemania, se aplicará también a Berlín Oeste, sujeto a los derechos y responsabilidades de Francia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América, incluyendo los relativos al desarme y la desmilitarización.

(2) La adhesión de los Países Bajos comprende el Reino de los Países Bajos en Europa, Surinam y las Antillas Holandesas.

(3) Fecha del depósito de la notificación de sucesión.

(4) Fecha de la independencia.

(5) La República Democrática Alemana señala que el artículo XIII párrafo 1, del Tratado se contrapone al principio de que todos los Estados que han acomodado sus políticas según los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas tienen un derecho a ser Parte en los Tratados que afecten a los intereses de todos los Estados.

(6) El Instrumento de Adhesión fue acompañado por una nota de Embajador de la República Socialista de Rumania, de fecha 15 de septiembre de 1971, conteniendo la siguiente declaración del Consejo de Estado de la República Socialista de Rumania: «El Consejo de Estado de la República Socialista de Rumania declara que las disposiciones del párrafo 1 del artículo XIII del Tratado Antártico no concuerdan con el principio según el cual los Tratados multilaterales cuyo objeto y fines interesan a la comunidad internacional en su conjunto deberían estar abiertos a una participación universal.»

(7) «El Gobierno de la República Oriental del Uruguay considera que con su adhesión al Tratado de la Antártida, suscrito en Washington (Estados Unidos de América) el 1 de diciembre de 1959, contribuye a afirmar los principios del uso de la Antártida exclusivamente para fines pacíficos, de prohibición de toda explosión nuclear y de la eliminación de desechos radiactivos en esa área, de la libertad de investigación científica en la Antártida puesta al servicio de la Humanidad y de la cooperación internacional para el logro de esos objetivos, que consagra el mencionado Tratado. Dentro del marco de esos principios el Uruguay propugnará, mediante cualquier procedimiento basado en el principio de igualdad jurídica, por el establecimiento de un Estatuto general y definitivo para la Antártida, en el que, respetándose los derechos que reconozca a los Estados el Derecho Internacional, se contemplen equitativamente los intereses de todos los Estados involucrados y de la Comunidad Internacional en su conjunto. La decisión del Gobierno uruguayo de adherir al Tratado de la Antártida se funda no solamente en el interés que, como todo miembros de la Comunidad Internacional, tiene el uruguayo en la Antártida, sino además en un interés especial, directo y sustancial, derivado de su situación geográfica, del enfrentamiento de su costa atlántica al continente antártico, de la influencia que éste ejerce en su clima, en su ecología y en su biología marina; de los vínculos históricos que lo ligan desde las primeras expediciones que se aventuraron a explorar dicho continente y sus aguas, así como de las obligaciones asumidas conforme al Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca, que incluye una parte del territorio antártico en la zona descrita en el artículo cuarto; por virtud de lo cual el Uruguay coparticipa en la responsabilidad de la defensa de la región. En ocasión de comunicar su decisión de adherir al Tratado de la Antártida, el Gobierno de la República Oriental del Uruguay declara que deja reservados los derechos que le correspondan en la Antártida, de acuerdo con el Derecho Internacional.»

El presente Tratado entró en vigor el 23 de junio de 1961 y para España el 31 de marzo de 1982, fecha del depósito de su Instrumento de Adhesión.

Lo que se hace público para conocimiento general.

Madrid, 12 de mayo de 1982.—El Secretario general Técnico del Ministerio de Asuntos Exteriores, José Antonio de Yturriaga Barberán.

Anexo B

I. Disposiciones generales

JEFATURA DEL ESTADO

3726 *INSTRUMENTO de Ratificación del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y sus Anejos, hecho en Madrid el 4 de octubre de 1991.*

JUAN CARLOS I

REY DE ESPAÑA

Por cuanto el día 4 de octubre de 1991, el Plenipotenciario de España, nombrado en buena y debida forma al efecto, firmó en Madrid el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, hecho en el mismo lugar y fecha,

Vistos y examinados el preámbulo, los veintisiete artículos de dicho Protocolo, los trece artículos de su apéndice y los cuatro anexos que forman parte integrante del mismo,

Concedida por las Cortes Generales la *autorización* prevista en el artículo 94.1 de la Constitución,

Vengo en aprobar y ratificar cuanto en él se dispone, como en virtud del presente lo apruebo y ratifico, prometiendo cumplirlo, observarlo y hacer que se cumpla y observe puntualmente en todas sus partes, a cuyo fin, para su mayor validación y firmeza, *mando* expedir este Instrumento de Ratificación firmado por Mí, debidamente sellado y refrendado por el infrascrito Ministro de Asuntos Exteriores.

Dado en Madrid a 1 de junio de 1992.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Asuntos Exteriores,
FRANCISCO FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ

PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

PREÁMBULO

Los Estados Parte de este Protocolo al Tratado Antártico, en adelante denominados las Partes,

Convencidos de la necesidad de incrementar la protección del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados;

Convencidos de la necesidad de reforzar el sistema del Tratado Antártico para garantizar que la Antártida siga utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y no se convierta en escenario u objeto de discordia internacional;

Teniendo en cuenta la especial situación jurídica y política de la Antártida y la especial responsabilidad de las Partes Consultivas del Tratado Antártico de garantizar que todas las actividades que se desarrollen en el Antártida sean compatibles con los propósitos y principios del Tratado Antártico;

Recordando la designación de la Antártida como Área de Conservación Especial y otras medidas adoptadas con arreglo al sistema del Tratado Antártico para proteger el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados;

Reconociendo además las oportunidades únicas que ofrece la Antártida para la observación científica y la investigación de procesos de importancia global y regional;

Reafirmando los principios de conservación de la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos;

Convencidos de que el desarrollo de un sistema global de protección del medio ambiente de la Antártida y de los ecosistemas dependientes y asociados interesa a la humanidad en su conjunto;

Deseando complementar con este fin el Tratado Antártico;

Acuerdan lo siguiente:

Artículo 1. *Definiciones.*

Para los fines de este Protocolo:

(a) «El Tratado Antártico» significa el Tratado Antártico hecho en Washington el 1 de diciembre de 1959;

(b) «Área del Tratado Antártico» significa el área a que se aplican las disposiciones del Tratado Antártico de acuerdo con el artículo VI de ese Tratado;

(c) «Reuniones Consultivas del Tratado Antártico» significa las reuniones a las que se refiere el artículo IX del Tratado Antártico;

(d) «Partes Consultivas del Tratado Antártico» significa las Partes Contratantes del Tratado Antártico con derecho a designar representantes para participar en las reuniones a las cuales se refiere el artículo IX de ese Tratado;

(e) «Sistema del Tratado Antártico» significa el Tratado Antártico, las medidas en vigor según ese Tratado, sus instrumentos internacionales asociados separados en vigor y las medidas en vigor según esos instrumentos;

(f) «Tribunal Arbitral» significa el Tribunal Arbitral establecido de acuerdo con el apéndice a este Protocolo, que forma parte integrante del mismo;

(g) «Comité» significa el Comité para la Protección del Medio Ambiente establecido de acuerdo con el artículo 11.

Artículo 2. *Objetivo y designación.*

Las Partes se comprometen a la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados y, mediante el presente Protocolo, designan a la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia.

Artículo 3. *Principios medioambientales.*

1. La protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como del valor intrínseco de la Antártida, incluyendo sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de investigaciones científicas, en especial las esenciales para la comprensión del medio ambiente global, deberán ser consideraciones fundamentales para la planificación y realización de todas las actividades que se desarrollen en el Área del Tratado Antártico.

2. Con este fin:

(a) las actividades en el Área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas de tal manera que se limite el impacto perjudicial sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados;

(b) las actividades en el Área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas de tal manera que se eviten:

(i) efectos perjudiciales sobre las características climáticas y meteorológicas;

(ii) efectos perjudiciales significativos en la calidad del agua y del aire;

(iii) cambios significativos en el medio ambiente atmosférico, terrestre (incluyendo el acuático), glacial y marino;

(iv) cambios perjudiciales en la distribución, cantidad o capacidad de reproducción de las especies o poblaciones de especies de la fauna y la flora;

(v) peligros adicionales para las especies o poblaciones de tales especies en peligro de extinción o amenazadas.

(vi) la degradación o el riesgo sustancial de degradación de áreas de importancia biológica, científica, histórica, estética o de vida silvestre;

(c) las actividades en el Área del Tratado Antártico deberán ser planificadas y realizadas sobre la base de una información suficiente, que permita evaluaciones previas y un juicio razonado sobre su posible impacto en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas dependientes y asociados, así como sobre el valor de la Antártida para la realización de investigaciones científicas; tales juicios deberán tomar plenamente en cuenta:

(i) el alcance de la actividad, incluida su área, duración e intensidad;

(ii) el impacto acumulativo de la actividad, tanto por sí misma como en combinación con otras actividades en el Área del Tratado Antártico;

(iii) si la actividad afectará perjudicialmente a cualquier otra actividad en el Área del Tratado Antártico;

(iv) si se dispone de medios tecnológicos y procedimientos adecuados para realizar operaciones que no perjudiquen el medio ambiente;

(v) si existe la capacidad de observar los parámetros medioambientales y los elementos del ecosistema que sean claves, de tal manera que sea posible identificar y prevenir con suficiente antelación cualquier efecto perjudicial de la actividad, y la de disponer modificaciones de los procedimientos operativos que sean necesarios a la luz de los resultados de la observación o el mayor conocimiento sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados; y

(vi) si existe capacidad de responder con prontitud y eficacia a los accidentes, especialmente a aquéllos que pudieran causar efectos sobre el medio ambiente;

(d) se llevará a cabo una observación regular y eficaz que permita la evaluación del impacto de las actividades en curso, incluyendo la verificación de los impactos previstos.

(e) se llevará a cabo una observación regular y efectiva para facilitar una detección precoz de los posibles efectos imprevistos de las actividades sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, ya se realicen dentro o fuera de el Área del Tratado Antártico.

3. Las actividades deberán ser planificadas y realizadas en el Área del Tratado Antártico de tal manera que se otorgue prioridad a la investigación científica y se preserve el valor de la Antártida como una zona para la realización de tales investigaciones, incluyendo las investigaciones esenciales para la comprensión del medio ambiente global.

4. Tanto las actividades emprendidas en el Área del Tratado Antártico de conformidad con los programas de investigación científica, con el turismo y con todas las otras actividades gubernamentales y no gubernamentales en el Área del Tratado Antártico para los cuales se requiere notificación previa de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico, deberán:

(a) llevarse a cabo de forma coherente con los principios de este artículo; y

(b) modificarse, suspenderse o cancelarse si provocan o amenazan con provocar repercusiones en el medio ambiente antártico o en sus ecosistemas dependientes o asociados que sean incompatibles con estos principios.

Artículo 4. *Relaciones con los otros componentes del Sistema del Tratado Antártico.*

1. Este Protocolo complementará el Tratado Antártico y no lo modificará ni enmendará.

2. Nada en el presente Protocolo afectará a los derechos y obligaciones de las Partes en este Protocolo, derivados de los otros instrumentos internacionales en vigor dentro del Sistema del Tratado Antártico.

Artículo 5. *Compatibilidad con los otros componentes del Sistema del Tratado Antártico.*

Las Partes consultarán y cooperarán con las Partes Contratantes de otros instrumentos internacionales en vigor dentro del Sistema del Tratado Antártico y sus respectivas instituciones, con el fin de asegurar la realización de los objetivos y principios de este Protocolo y de evitar cualquier impedimento para el logro de los objetivos y principios de aquellos instrumentos o cualquier incoherencia entre la aplicación de esos instrumentos y del presente Protocolo.

Artículo 6. *Cooperación.*

1. Las Partes cooperarán en la planificación y realización de las actividades en el Área de Tratado Antártico. Con este fin, cada Parte se esforzará en:

(a) promover programas de cooperación de valor científico, técnico y educativo, relativos a la protección del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados;

(b) proporcionar una adecuada asistencia a las demás Partes en la preparación de las evaluaciones del impacto medioambiental;

(c) proporcionar a otras Partes cuando lo requieran información relativa a cualquier riesgo potencial para el medio ambiente y asistencia para minimizar los efectos de accidentes que puedan perjudicar al medio ambiente antártico o a los ecosistemas dependientes y asociados;

(d) celebrar consultas con las demás Partes respecto a la selección de los emplazamientos de posibles esta-

ciones y otras instalaciones, a fin de evitar el impacto acumulativo ocasionado por su excesiva concentración en una localización determinada;

(e) cuando sea apropiado, emprender expediciones conjuntas y compartir el uso de estaciones y demás instalaciones; y

(f) llevar a cabo aquellas medidas que puedan ser acordadas durante las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico.

2. Cada Parte se compromete, en la medida de lo posible, a compartir información de utilidad para otras Partes en la planificación y la realización de sus actividades en el Área del Tratado Antártico con el fin de proteger el medio ambiente de la Antártida y los ecosistemas dependientes y asociados.

3. Las Partes cooperarán con aquellas otras Partes que puedan ejercer jurisdicción en zonas adyacentes al Área del Tratado Antártico, con vistas a asegurar que las actividades en el Área del Tratado Antártico no tengan impactos perjudiciales para el medio ambiente en tales zonas.

Artículo 7. *Prohibición de las actividades relacionadas con los recursos minerales.*

Cualquier actividad relacionada con los recursos minerales, salvo la investigación científica, estará prohibida.

Artículo 8. *Evaluación del impacto sobre el medio ambiente.*

1. Las actividades propuestas, citadas en el párrafo 2 de este artículo, estarán sujetas a los procedimientos establecidos en el anexo I sobre la evaluación previa del impacto de dichas actividades sobre el medio ambiente antártico o en los ecosistemas dependientes o asociados, según se considere que dichas actividades tengan:

a) menos que un impacto mínimo o transitorio;
b) un impacto mínimo o transitorio; o
c) más que un impacto mínimo o transitorio.

2. Cada Parte asegurará que los procedimientos de evaluación establecidos en el anexo I se apliquen a los procesos de planificación que conduzcan a tomar decisiones sobre cualquier actividad emprendida en el Área del Tratado Antártico, de conformidad con los programas de investigación científica, con el turismo y con todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el Área del Tratado Antártico, para las cuales se requiere notificación previa, de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico.

3. Los procedimentos de evaluación previstos en el anexo I, se aplicarán a todos los cambios de actividad, bien porque el cambio se deba a un aumento o una disminución de la intensidad de una actividad ya existente, bien a otra actividad añadida, al cierre de una instalación, o a otras causas.

4. Cuando las actividades sean planificadas conjuntamente por más de una Parte, las partes involucradas nombrarán a una de ellas para coordinar la aplicación de los procedimientos de evaluación del impacto sobre el medio ambiente que figura en el anexo I.

Artículo 9. *Anexos.*

1. Los anexos a este Protocolo constituirán parte integrante del mismo.

2. Otros anexos, adicionales a los anexos I-IV, podrán ser adoptados y entrar en vigor de conformidad con el artículo IX del Tratado Antártico.

3. Las enmiendas y modificaciones a los anexos podrán ser adoptadas y entrar en vigor de acuerdo con el artículo IX del Tratado Antártico, a menos que los anexos contengan disposiciones para que las enmiendas y las modificaciones entren en vigor en forma acelerada.

4. Los anexos y las enmiendas y modificaciones de los mismos que hayan entrado en vigor de acuerdo con los párrafos 2 y 3 anteriores entrarán en vigor para la Parte Contratante del Tratado Antártico que no sea Parte Consultiva del Tratado Antártico, o que no fuera Parte Consultiva del Tratado Antártico en el momento de su adopción, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de esa Parte Contratante, a menos que el propio anexo establezca lo contrario con relación a la entrada en vigor de cualquier enmienda o modificación al mismo.

5. Los anexos, excepto en la medida en que un anexo especifique lo contrario, estarán sujetos a los procedimientos para la solución de controversias establecidas en los artículos 18 a 20.

Artículo 10. *Reuniones Consultivas del Tratado Antártico.*

1. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico, basadas en el mejor asesoramiento científico y técnico disponible,

(a) definirán, de acuerdo con las disposiciones de este Protocolo, la política general para la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, y

(b) adoptarán medidas para la ejecución de este Protocolo de conformidad con el artículo IX del Tratado Antártico.

2. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico examinarán el trabajo del Comité y tomarán plenamente en cuenta sus asesoramientos y sus recomendaciones para realizar las tareas a que se refiere el párrafo 1 de este artículo, así como el asesoramiento del Comité Científico para las Investigaciones Antárticas.

Artículo 11. *Comité para la Protección del Medio Ambiente.*

1. Por el presente Protocolo se establece el Comité para la Protección del Medio Ambiente.

2. Cada Parte tendrá derecho a participar como miembro del Comité y a nombrar un representante que podrá estar acompañado por expertos y asesores.

3. El estatuto de observador en este Comité será accesible a cualquier Parte Contratante del Tratado Antártico que no sea Parte de este Protocolo.

4. El Comité invitará al Presidente del Comité Científico para las Investigaciones Antárticas y al Presidente del Comité Científico para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos Antárticos a participar como observadores en sus sesiones. El Comité también podrá invitar, con la aprobación de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico, a participar como observadores en sus sesiones a otras organizaciones científicas, medioambientales y técnicas pertinentes que puedan contribuir a sus trabajos.

5. El Comité presentará un informe de cada una de sus sesiones a las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico. El informe abarcará todas aquellas materias consideradas durante la sesión y reflejará las opiniones expresadas. El informe será enviado a las Partes y a

los observadores presentes en la sesión, y quedará posteriormente a disposición del público.

6. El Comité adoptará sus reglas de procedimiento, las cuales estarán sujetas a la aprobación de una Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

Artículo 12. *Funciones del Comité.*

1. Las funciones del Comité consistirán en proporcionar asesoramiento y formular recomendaciones a las Partes en relación con la aplicación de este Protocolo, incluyendo el funcionamiento de sus anexos, para que sean consideradas en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico, y en realizar las demás funciones que le puedan ser asignadas por las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico. En especial, proporcionará asesoramiento sobre:

(a) la eficacia de las medidas adoptadas de conformidad con este Protocolo;
(b) la necesidad de actualizar, reforzar o perfeccionar de cualquier otro modo estas medidas;
(c) la necesidad de adoptar medidas adicionales, incluyendo la necesidad de establecer otros anexos cuando resulte adecuado;
(d) la aplicación y ejecución de los procedimientos de evaluación del impacto sobre el medio ambiente establecidos en el artículo 8 y en el anexo I;
(e) los medios para minimizar o mitigar el impacto medioambiental de las actividades en el Área del Tratado Antártico;
(f) los procedimientos aplicables a situaciones que requieren una respuesta urgente, incluyendo las acciones de respuesta en emergencias medioambientales;
(g) la gestión y ulterior desarrollo del Sistema de Áreas Antárticas Protegidas;
(h) los procedimientos de inspección, incluyendo los modelos para los informes de las inspecciones y las listas de control para la realización de las inspecciones;
(i) el acopio, archivo, intercambio y evaluación de la información relacionada con la protección medioambiental,
(j) el estado del medio ambiente antártico; y
(k) la necesidad de realizar investigaciones científicas, incluyendo la observación medioambiental, relacionadas con la aplicación de este Protocolo.

2. En el cumplimiento de sus funciones, el Comité consultará, cuando resulte apropiado, al Comité Científico para las Investigaciones Antárticas y al Comité Científico para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos y a otras organizaciones científicas, medioambientales y técnicas pertinentes.

Artículo 13. *Cumplimiento de este Protocolo.*

1. Cada Parte tomará medidas adecuadas en el ámbito de su competencia para asegurar el cumplimiento de este Protocolo, incluyendo la adopción de leyes y reglamentos, actos administrativos y medidas coercitivas.

2. Cada Parte llevará a cabo los esfuerzos necesarios, compatibles con la Carta de la Naciones Unidas, para que nadie emprenda ninguna actividad contraria a este Protocolo.

3. Cada Parte notificará a las demás Partes las medidas que adopte de conformidad con los párrafos 1 y 2 citados anteriormente.

4. Cada Parte llamará la atención de todas las demás Partes sobre cualquier actividad que, en su opinión, afecte a la aplicación de los objetivos y principios de este Protocolo.

5. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico llamarán la atención de cualquier Estado que no sea Parte de este Protocolo sobre cualquier actividad emprendida por aquel Estado, sus agencias, organismos, personas naturales o jurídicas, buques, aeronaves u otros medios de transporte que afecten a la aplicación de los objetivos y principios de este Protocolo.

Artículo 14. *Inspección.*

1. Con el fin de promover la protección del medio ambiente antártico y de sus ecosistemas dependientes y asociados, y para asegurar el cumplimiento de este Protocolo, las Partes Consultivas del Tratado Antártico tomarán medidas, individual o colectivamente, para la realización de inspecciones por observadores, de conformidad con el artículo VII del Tratado Antártico.

2. Son observadores:
(a) los observadores designados por cualquier Parte Consultiva del Tratado Antártico, que serán nacionales de esa Parte; y
(b) cualquier observador designado durante las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico para realizar inspecciones según los procedimientos que se establezcan mediante una Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

3. Las Partes cooperarán plenamente con los observadores que lleven a cabo las inspecciones, y deberán asegurar que durante las mismas tengan acceso a cualquier lugar de las estaciones, instalaciones, equipos, buques y aeronaves abiertos a inspección bajo el artículo VII (3) del Tratado Antártico, así como a todos los registros que ahí se conserven y sean exigibles de conformidad con este Protocolo.

4. Los informes de inspección serán remitidos a las Partes cuyas estaciones, instalaciones, equipos, buques o aeronaves estén comprendidos en los informes. Después que aquellas Partes hayan tenido la oportunidad de comentarlos, los informes y todos los comentarios de que hayan sido objeto serán remitidos a todas las Partes y al Comité, estudiados en la siguiente Reunión Consultiva del Tratado Antártico y puestos posteriormente a disposición del público.

Artículo 15. *Acciones de respuesta en caso de emergencia.*

1. Con el fin de actuar en casos de emergencias medioambientales en el Área del Tratado Antártico cada Parte acuerda:

(a) disponer una respuesta rápida y efectiva en los casos de emergencia que puedan surgir de la realización de programas de investigación científica, del turismo y de todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales para las cuales se requiere notificación previa de acuerdo con el artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico; y
(b) establecer planes de emergencia para responder a los incidentes que puedan tener efectos adversos para el medio ambiente antártico o sus ecosistemas dependientes y asociados.

2. A este efecto, las Partes deberán:
(a) cooperar en la formulación y aplicación de dichos planes de emergencia; y
(b) establecer un procedimiento para la notificación inmediata de emergencias medioambientales y la acción conjunta ante las mismas.

3. Al aplicar este artículo, las Partes deberán recurrir al asesoramiento de los organismos internacionales pertinentes.

Artículo 16. *Responsabilidad.*

De conformidad con los objetivos de este Protocolo para la protección global del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados, las Partes se comprometen a elaborar normas y procedimientos relacionados con la responsabilidad derivada de daños provocados por actividades que se desarrollen en el Área del Tratado Antártico y cubiertas por este Protocolo. Estas normas y procedimientos se incluirán en uno o más anexos que se adopten de conformidad con el artículo 9.2.

Artículo 17. *Informe anual de las Partes.*

1. Cada Parte informará anualmente de las medidas adoptadas para dar cumplimiento a este Protocolo. Dichos informes incluirán las notificaciones hechas de conformidad con el artículo 13.3, los planes de emergencia establecidos de acuerdo con el artículo 15 y cualquier otra notificación e información reconocida por este Protocolo y respecto de las cuales no existe otra disposición sobre la comunicación e intercambio de información.

2. Los informes elaborados de conformidad con el párrafo 1 anterior serán distribuidos a todas las Partes Contratantes y al Comité, considerados en la siguiente Reunión Consultiva del Tratado Antártico, y puestos a disposición del público.

Artículo 18. *Solución de controversias.*

En caso de controversia relativa a la interpretación o aplicación de este Protocolo, las Partes en controversia deberán, a requerimiento de cualquiera de ellas, consultarse entre sí con la mayor brevedad posible con el fin de resolver la controversia mediante negociación, investigación, mediación, conciliación, arbitraje, arreglo judicial u otros medios pacíficos que las Partes en la controversia acuerden.

Artículo 19. *Elección del procedimiento para la solución de controversias.*

1. Las Partes en el momento de firmar, ratificar, aceptar, aprobar o adherirse a este Protocolo, o en cualquier momento posterior, pueden elegir mediante declaración escrita, uno o ambos de los siguientes medios para la solución de controversias relacionadas con la interpretación o aplicación de los artículos 7, 8 y 15 y, excepto en el caso de que un anexo establezca lo contrario, las disposiciones de dicho anexo y, en la medida en que esté relacionado con estos artículos y disposiciones, el artículo 13:

(a) la Corte Internacional de Justicia;
(b) el Tribunal Arbitral.

2. Las declaraciones efectuadas al amparo del párrafo 1 precedente no afectarán a la aplicación de los artículos 18 y 20.2.

3. Se considerará que una Parte que no haya formulado una declaración acogiéndose al párrafo 1 precedente o con respecto a la cual una declaración ha dejado de tener vigor, ha aceptado la competencia del Tribunal Arbitral.

4. Si las Partes en una controversia han aceptado el mismo medio para la solución de controversias, la controversia sólo podrá ser sometida a ese procedimiento, salvo que las Partes acuerden lo contrario.

5. Si las Partes en una controversia no han aceptado el mismo medio para la solución de controversias, o si ambas han aceptado ambos medios, la controversia sólo puede ser sometida al Tribunal Arbitral, salvo que las Partes acuerden lo contrario.

6. Las declaraciones formuladas al amparo del párrafo 1 precedente seguirán en vigor hasta su expiración de conformidad con sus términos, o hasta tres meses después del depósito de la notificación por escrito de su revocación ante el Depositario.

7. Las nuevas declaraciones, las notificaciones de revocación o la expiración de una declaración no afectarán en modo alguno los procesos pendientes ante la Corte Internacional de Justicia o ante el Tribunal Arbitral, salvo que las Partes en la controversia acuerden lo contrario.

8. Las declaraciones y notificaciones mencionadas en este artículo serán depositadas ante el Depositario, que se encargará de transmitir copias a todas las Partes.

Artículo 20. *Procedimiento para la solución de controversias.*

1. Si las Partes en una controversia relativa a la interpretación o aplicación de los artículos 7, 8 ó 15 o, excepto en el caso de que un anexo establezca lo contrario, las disposiciones de cualquier anexo o, en la medida en que se relacione con estos artículos y disposiciones, el artículo 13, no han acordado el medio para resolverla en un plazo de doce meses después de la solicitud de consultas de conformidad con el artículo 18, la controversia será remitida, a solicitud de cualquiera de las Partes en la controversia, para que sea resuelta de conformidad con el procedimiento determinado por el artículo 19.4 y 5.

2. El Tribunal Arbitral no tendrá competencia para decidir o emitir laudo sobre ningún asunto dentro del ámbito del artículo IV del Tratado Antártico. Además, nada en este Protocolo será interpretado como susceptible de otorgar competencia o jurisdicción a la Corte Internacional de Justicia o a cualquier otro tribunal establecido con el fin de solucionar controversias entre Partes para decidir o emitir laudo sobre ningún asunto dentro del ámbito del artículo IV del Tratado Antártico.

Artículo 21. *Firma.*

Este Protocolo quedará abierto a la firma de cualquier Estado que sea Parte Contratante del Tratado Antártico en Madrid el 4 de octubre de 1991 y, posteriormente, en Washington hasta el 3 de octubre de 1992.

Artículo 22. *Ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.*

1. Este Protocolo queda sometido a la ratificación, aceptación o aprobación de los Estados signatarios.

2. Con posterioridad al 3 de octubre de 1992, este Protocolo estará abierto a la adhesión de cualquier Estado que sea Parte Contratante del Tratado Antártico.

3. Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión serán depositados ante el Gobierno de los Estados Unidos de América, que queda designado como Depositario.

4. Con posterioridad a la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, las Partes Consultivas del Tratado Antártico no actuarán ante una notificación relativa al derecho de una Parte Contratante del Tratado Antártico a designar a los representantes que participen en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico, conforme al artículo IX (2) del Tratado Antártico, a menos que, con anterioridad, esta Parte Contratante haya ratificado, aceptado, aprobado este Protocolo o se haya adherido a él.

Artículo 23. *Entrada en vigor.*

1. El presente Protocolo entrará en vigor el trigésimo día siguiente a la fecha de depósito de los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión de todos los Estados que sean Partes Consultivas del Tratado Antártico en la fecha en que se adopte este Protocolo.

2. Este Protocolo entrará en vigor para cada una de las Partes Contratantes del Tratado Antártico que deposite un instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión después de la fecha en que haya entrado en vigor este Protocolo, el trigésimo día siguiente a la fecha en que se deposite dicho instrumento.

Artículo 24. *Reservas.*

No se permitirán reservas a este Protocolo.

Artículo 25. *Modificación o enmienda.*

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 9, este Protocolo puede ser modificado o enmendado en cualquier momento, de acuerdo con el procedimiento establecido en el artículo XII, (1) (a) y (b) del Tratado Antártico.

2. Si después de transcurridos 50 años, después de la fecha de entrada en vigor de este Protocolo, cualquiera de las Partes Consultivas del Tratado Antártico así lo solicitara por medio de una comunicación dirigida al Depositario, se celebrará una conferencia con la mayor brevedad posible, a fin de revisar la aplicación de este Protocolo.

3. Toda modificación o enmienda propuesta en cualquier Conferencia de Revisión solicitada en virtud del anterior párrafo 2 se adoptará por mayoría de las Partes, incluyendo las tres cuartas partes de los Estados que eran Partes Consultivas del Tratado Antártico en el momento de la adopción de este Protocolo.

4. Toda modificación o enmienda adoptada en virtud del párrafo 3 de este artículo entrará en vigor después de la ratificación, aceptación, aprobación o adhesión por tres cuartas de las Partes Consultivas, incluyendo las ratificaciones, aceptaciones, aprobaciones o adhesiones de todos los Estados que eran Partes Consultivas en el momento de la adopción de este Protocolo.

5. (a) Con respecto al artículo 7, continuará la prohibición sobre las actividades que se refieran a los recursos minerales, contenida en el mismo, a menos que esté en vigor un régimen jurídicamente obligatorio sobre las actividades relativas a los recursos minerales antárticos que incluya modalidades acordadas para determinar si dichas actividades podrían aceptarse, y, si así fuera, en qué condiciones. Este régimen salvaguardará completamente los intereses de todos los Estados a los que alude el artículo IV del Tratado Antártico y aplicará los principios del mismo. Por lo tanto, si se propone una modificación o enmienda al artículo 7 de la Conferencia de Revisión mencionada en el anterior párrafo 2, ésta deberá incluir tal régimen jurídicamente obligatorio.

(b) Si dichas modificaciones o enmiendas no hubieran entrado en vigor dentro del plazo de 3 años, a partir de la fecha de su adopción, cualquier Parte podrá notificar al Estado Depositario, en cualquier momento posterior a dicha fecha, su retirada de este Protocolo, y dicha retirada entrará en vigor dos años después de la recepción de la notificación por el Depositario.

Artículo 26. *Notificaciones por el Depositario.*

El Depositario notificará a todas las Partes Contratantes del Tratado Antártico lo siguiente:

(a) Las firmas de este Protocolo y el depósito de los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

(b) La fecha de entrada en vigor de este Protocolo y de cualquier Anexo adicional al mismo.

(c) La fecha de entrada en vigor de cualquier modificación o enmienda a este Protocolo, y

(d) El depósito de las declaraciones y notificaciones de conformidad con el artículo 19, y

(e) Toda notificación recibida de conformidad con el artículo 25 (5) (b).

Artículo 27. *Textos auténticos y Registro en Naciones Unidas.*

1. El presente Protocolo redactado en español, francés, inglés y ruso, siendo cada versión igualmente auténtica, será depositado en los archivos del Gobierno de los Estados Unidos de América, que enviará copias debidamente certificadas del mismo a todas las Partes Contratantes del Tratado Antártico.

2. Este Protocolo será registrado por el Depositario de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

APÉNDICE DEL PROTOCOLO

Arbitraje

Artículo 1.

1. El Tribunal Arbitral se constituirá y funcionará de acuerdo con lo dispuesto en el Protocolo, incluyendo este Apéndice.

2. El Secretario al cual se hace referencia en este Apéndice es el Secretario General del Tribunal Permanente de Arbitraje.

Artículo 2.

1. Cada Parte tendrá el derecho a designar hasta tres Árbitros, de los cuales por lo menos uno será designado dentro del plazo de tres meses siguientes a la entrada en vigor del Protocolo para esa Parte. Cada Árbitro deberá ser experto en asuntos antárticos, tener un profundo conocimiento del derecho internacional y gozar de la más alta reputación por su equidad, capacidad e integridad. Los nombres de las personas así designadas constituirán la lista de Árbitros. Cada Parte mantendrá en todo momento el nombre de por lo menos un Árbitro en la lista.

2. De acuerdo con lo estipulado en el párrafo 3 siguiente, un Árbitro designado por una Parte permanecerá en la lista durante un período de cinco años, y podrá ser designado nuevamente por dicha Parte por períodos adicionales de cinco años.

3. La Parte que haya designado un Árbitro tendrá derecho a retirar de la lista el nombre de este Árbitro. En caso de fallecimiento de un Árbitro, o en el caso de que una Parte, por cualquier motivo, retirara de la lista el nombre del Árbitro que ha designado, la Parte que designó el Árbitro en cuestión lo notificará al Secretario con la mayor brevedad. El Árbitro cuyo nombre haya sido retirado de la lista continuará actuando en el Tribunal Arbitral para el que haya sido designado hasta la conclusión de los procesos que se estén tramitando ante el Tribunal Arbitral.

4. El Secretario asegurará que se mantenga una lista actualizada de los Árbitros designados, de acuerdo con lo dispuesto en este artículo.

Artículo 3.

1. El Tribunal Arbitral estará formado por tres Árbitros que serán designados en la forma siguiente:

(a) La parte en la controversia que inicie el proceso designará a un Árbitro, que podrá ser de su misma nacionalidad, de la lista a la que se refiere el artículo 2, párrafo 2 anterior. Esta designación se incluirá en la notificación a la que se refiere el artículo 4.

(b) Dentro de los cuarenta días siguientes a la recepción de dicha notificación, la otra parte en la controversia designará al segundo Árbitro, quien podrá ser de su nacionalidad, elegido de la lista mencionada en el artículo 2.

(c) Dentro del plazo de sesenta días contados desde la designación del segundo Árbitro, las partes en la controversia designarán, de común acuerdo, al tercer Árbitro, elegido de la lista que menciona el artículo 2. El tercer Árbitro no podrá ser de la misma nacionalidad de ninguna de las partes en controversia, ni podrá ser una persona designada para la lista mencionada en el artículo 2 por una de dichas partes, ni podrá tener la misma nacionalidad que los dos primeros Árbitros. El tercer Árbitro presidirá el Tribunal Arbitral.

(d) Si el segundo Árbitro no hubiera sido designado dentro del período estipulado, o si las partes en la controversia no hubieran llegado a un acuerdo dentro del plazo estipulado respecto a la elección del tercer Árbitro, el o los Árbitros serán designados por el Presidente de la Corte Internacional de Justicia, a solicitud de cualquiera de las partes en la controversia, dentro del plazo de treinta días desde la recepción de tal solicitud, siendo éste elegido de la lista a la que se refiere el artículo 2, y sujeto a las condiciones enumeradas en los incisos (b) y (c) anteriores. En el desempeño de las funciones que se le han atribuido en el presente inciso, el Presidente del Tribunal consultará a las partes en controversia.

(e) Si el Presidente de la Corte Internacional de Justicia no pudiera ejercer las funciones atribuidas de acuerdo a lo dispuesto en el apartado (d) anterior, o si fuera de la misma nacionalidad de alguna de las partes en controversia, sus funciones serán desempeñadas por el Vicepresidente de la Corte, excepto en el caso en que dicho Vicepresidente estuviera impedido para ejercer sus funciones, o si fuera de la misma nacionalidad de una de las partes en controversia, estas funciones deberán ser ejercidas por el miembro de la Corte que le siga en antigüedad y que esté disponible para ello, y no sea de la misma nacionalidad de alguna de las partes en controversia.

2. Cualquier vacante que se produzca será cubierta en la forma dispuesta para la designación inicial.

3. En cualquier controversia que involucre a más de dos Partes, aquellas Partes que defiendan los mismos intereses designarán un Árbitro, de común acuerdo, dentro del plazo especificado en el párrafo 1 (b) anterior.

Artículo 4.

La parte en controversia que inicie el proceso lo notificará a la parte o partes contrarias en la controversia y al Secretario por escrito. Tal notificación incluirá una exposición de la demanda y los fundamentos en que se basa. La notificación será remitida por el Secretario a todas las Partes.

Artículo 5.

1. A menos que las partes en controversia convengan de otra manera, el arbitraje se realizará en La Haya, donde se guardarán los archivos del Tribunal Arbitral.

El Tribunal Arbitral adoptará sus propias reglas de procedimiento. Tales reglas garantizarán que cada una de las partes en controversia tenga plena oportunidad de ser escuchada y de presentar sus argumentos, y también asegurarán que los procesos se realicen en forma expedita.

2. El Tribunal Arbitral podrá conocer de las reconvenciones que surjan de la controversia y fallar sobre ellas.

Artículo 6.

1. Cuando el Tribunal Arbitral considere que, «prima facie», tiene jurisdicción con arreglo al Protocolo, podrá:

(a) indicar, a solicitud de cualquiera de las partes en la controversia, medidas provisionales que estime necesarias para preservar los respectivos derechos de las partes en disputa;

(b) dictar cualquier medida provisional que considere apropiada según las circunstancias, para prevenir daños graves en el medio ambiente antártico o en los ecosistemas dependientes y asociados.

2. Las partes en controversia cumplirán prontamente cualquier medida provisional decretada con arreglo al párrafo 1 (b) anterior, hasta tanto se dicte un laudo de acuerdo con el artículo 9.

3. No obstante el período de tiempo a que hace referencia el artículo 20 del Protocolo, una de las partes en controversia podrá, en todo momento, mediante notificación a la otra parte o partes en controversia y al Secretario, y de acuerdo con el artículo 4, solicitar que el Tribunal Arbitral se constituya con carácter de urgencia excepcional, para indicar o dictar medidas provisionales urgentes según lo dispuesto en este artículo. En tal caso, el Tribunal Arbitral se constituirá tan pronto como sea posible, de acuerdo con el artículo 3, con la excepción de que los plazos indicados en el artículo 3 (1), (b), (c) y (d) se reducirán a catorce días en cada caso. El Tribunal Arbitral decidirá sobre la solicitud de medidas provisionales urgentes en el plazo de dos meses desde la designación de su Presidente.

4. Una vez que el Tribunal Arbitral haya adoptado decisión respecto a una solicitud de medidas provisionales urgentes de acuerdo con el párrafo 3 anterior, la solución de la controversia proseguirá de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 18, 19 y 20 del Protocolo.

Artículo 7.

Cualquier Parte que crea tener un interés jurídico, general o particular, que pudiera ser afectado de manera sustancial por el laudo de un Tribunal Arbitral, podrá intervenir en el proceso, salvo que el Tribunal Arbitral decida lo contrario.

Artículo 8.

Las Partes en la controversia facilitarán el trabajo del Tribunal Arbitral y, en especial, de acuerdo con sus leyes, y empleando todos los medios a su disposición, le proporcionarán todos los documentos y la información pertinentes, y le permitirán cuando sea necesario, citar testigos o expertos y recibir su declaración.

Artículo 9.

Si una de las partes en la controversia no comparece ante el Tribunal Arbitral, o se abstiene de defender su caso, cualquier otra parte en la controversia podrá solicitar al Tribunal Arbitral que continúe el curso del proceso y que dicte laudo.

Artículo 10.

1. El Tribunal Arbitral decidirá, sobre la base del Protocolo y de otras normas y principios de derecho internacional aplicables que no sean incompatibles con el Protocolo, todas las controversias que le sean sometidas.
2. El Tribunal Arbitral podrá decidir, «ex aequo et bono», sobre una controversia que le sea sometida, si las partes en controversia así lo convinieran.

Artículo 11.

1. Antes de dictar su laudo, el Tribunal Arbitral se asegurará de que tiene competencia para conocer de la controversia y que la demanda o la reconvención estén bien fundadas en los hechos y en derecho.
2. El laudo será acompañado de una exposición de los fundamentos de la decisión, y será comunicado al Secretario, quien lo transmitirá a todas las Partes.
3. El laudo será definitivo y obligatorio para las partes en la controversia y para toda Parte que haya intervenido en el proceso, y deberá ser cumplido sin dilación. El Tribunal Arbitral interpretará el laudo a petición de una parte en la controversia o de cualquier Parte interviniente.
4. El laudo sólo será obligatorio respecto de ese caso particular.
5. Las partes en controversia sufragarán por partes iguales los gastos del Tribunal Arbitral, incluida la remuneración de los Árbitros, a menos que el propio Tribunal decida lo contrario.

Artículo 12.

Todas las decisiones del Tribunal Arbitral, incluyendo aquellas mencionadas en los artículos 5, 6 y 11 anteriores, serán adoptadas por la mayoría de los Árbitros, quienes no podrán abstenerse de votar.

Artículo 13.

1. Este apéndice puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada en conformidad con el artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, se considerará que tal enmienda o modificación ha sido aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de tal plazo o que no están en condiciones de aprobar tal medida.
2. Toda enmienda o modificación de este apéndice que entre en vigor de conformidad con el párrafo 1 anterior, entrará en vigor en lo sucesivo para cualquier otra Parte cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO I AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Evaluación del impacto sobre el medio ambiente

Artículo 1. *Fase preliminar.*

1. El impacto medioambiental de las actividades propuestas, mencionadas en el artículo 8 del Protocolo, tendrá que ser considerado, antes de su inicio, de acuerdo con los procedimientos nacionales apropiados.
2. Si se determina que una actividad provocará menos que un impacto mínimo o transitorio, dicha actividad podrá iniciarse sin dilación.

Artículo 2. *Evaluación Medioambiental Inicial.*

1. A menos que se haya determinado que una actividad tendrá menos que un impacto mínimo o transitorio, o que se esté preparando una Evaluación Medioambiental Global, de acuerdo con el artículo 3, deberá prepararse una Evaluación Medioambiental Inicial. Ésta contendrá datos suficientes para evaluar si la actividad propuesta puede tener un impacto más que mínimo o transitorio, y comprenderá:

(a) una descripción de la actividad propuesta, incluyendo su objetivo, localización, duración e intensidad, y

(b) la consideración de las alternativas a la actividad propuesta y de las de cualquier impacto que la actividad pueda producir, incluyendo los impactos acumulativos a la luz de las actividades existentes o de cuya proyectada realización se tenga conocimiento.

2. Si una Evaluación Medioambiental Inicial indicara que una actividad propuesta no tendrá, previsiblemente, más que un impacto mínimo o transitorio, la actividad se podrá iniciar, siempre que se establezcan procedimientos apropiados, que pueden incluir la observación, para evaluar y verificar el impacto de la actividad.

Artículo 3.

1. Si una Evaluación Medioambiental Inicial indicara, o si de otro modo se determinara, que una actividad propuesta tendrá, probablemente, un impacto más que mínimo o transitorio, se preparará una Evaluación Medioambiental Global.
2. Una Evaluación Medioambiental Global deberá comprender:

(a) una descripción de la actividad propuesta, incluyendo su objetivo, ubicación, duración e intensidad, así como posibles alternativas a la actividad, incluyendo la de su no realización, así como las consecuencias de dichas alternativas;
(b) una descripción del estado de referencia inicial del medio ambiente, con la cual se compararán los cambios previstos, y un pronóstico del estado de referencia futuro del medio ambiente, en ausencia de la actividad propuesta;
(c) una descripción de los métodos y datos utilizados para predecir los impactos de la actividad propuesta;
(d) una estimación de la naturaleza, magnitud, duración e intensidad de los probables impactos directos de la actividad propuesta;
(e) una consideración de los posibles impactos indirectos o de segundo orden de la actividad propuesta;
(f) la consideración de los impactos acumulativos de la actividad propuesta, teniendo en cuenta las actividades existentes y otras actividades de cuya proyectada realización se tenga conocimiento;
(g) la identificación de las medidas, incluyendo programas de observación, que puedan ser adoptadas para minimizar o atenuar los impactos de la actividad propuesta y detectar impactos imprevistos y que podrían, tanto prevenir con suficiente antelación cualquier impacto negativo de la actividad, como facilitar la pronta y eficaz resolución de accidentes;
(h) la identificación de los impactos inevitables de la actividad propuesta;

(i) la consideración de los efectos de la actividad propuesta sobre el desarrollo de la investigación científica y sobre otros usos y valores existentes;
(j) identificación de las lagunas de conocimiento e incertidumbres halladas durante el acopio de información necesaria conforme a este párrafo;
(k) un resumen no técnico de la información proporcionada con arreglo a este párrafo, y
(l) nombre y dirección de la persona u organización que preparó la Evaluación Medioambiental Global y la dirección a la cual se deberán dirigir los comentarios posteriores.

3. El proyecto de la Evaluación Medioambiental Global se pondrá a disposición pública y será enviado a todas las Partes, que también lo harán público, para ser comentado. Se concederá un plazo de noventa días para la recepción de comentarios.
4. El proyecto de la Evaluación Medioambiental Global se enviará al Comité al mismo tiempo que es distribuido a las Partes, y, al menos, ciento veinte días antes de la próxima Reunión Consultiva del Tratado Antártico, para su consideración, según resulte apropiado.
5. No se adoptará una decisión definitiva de iniciar la actividad propuesta en el área del Tratado Antártico a menos que la Reunión Consultiva del Tratado Antártico haya tenido la oportunidad de considerar el proyecto de Evaluación Medioambiental Global a instancias del Comité, y siempre que la decisión de iniciar la actividad propuesta no se retrase, debido a la aplicación de este párrafo, más de quince meses desde la comunicación del proyecto de Evaluación Medioambiental Global.
6. Una Evaluación Medioambiental Global definitiva examinará e incluirá o resumirá los comentarios recibidos sobre el proyecto de Evaluación Medioambiental Global. La Evaluación Medioambiental Global definitiva, junto al anuncio de cualquier decisión tomada relativa a ella y a cualquier evaluación sobre la importancia de los impactos previstos en relación con las ventajas de la actividad propuesta, será enviada a todas las Partes que, a su vez, los pondrán a disposición pública, al menos sesenta días antes del comienzo de la actividad propuesta en el área del Tratado Antártico.

Artículo 4. *Utilización de la Evaluación Global en la toma de decisiones.*

Cualquier decisión acerca de si una actividad propuesta, a la cual se aplique el artículo 3, debe realizarse y, en este caso, si debe realizarse en su forma original o modificada, se basará en la Evaluación Medioambiental Global, así como en otras consideraciones pertinentes.

Artículo 5. *Observación.*

1. Se establecerán procedimientos, incluyendo la observación apropiada de los indicadores medioambientales fundamentales, para evaluar y verificar el impacto de cualquier actividad que se lleve a cabo después de la conclusión de una Evaluación Medioambiental Global.
2. Los procedimientos a los que se refiere el párrafo (1) anterior y el artículo 2 (2) serán diseñados para proveer un registro regular y verificable de los impactos de la actividad, entre otras cosas, con el fin de:

(a) permitir evaluaciones de la medida en que tales impactos son compatibles con este Protocolo, y
(b) proporcionar información útil para minimizar o atenuar los impactos, y cuando sea apropiado, información sobre la necesidad de suspender, cancelar o modificar la actividad.

Artículo 6. *Comunicación de información.*

1. La siguiente información se comunicará a las Partes, se enviará al Comité y se pondrá a disposición pública:

(a) una descripción de los procedimientos mencionados en el artículo 1;
(b) una lista anual de las Evaluaciones Medioambientales Iniciales preparadas conforme al artículo 2 y todas las decisiones adoptadas en consecuencia;
(c) información significativa, así como cualquier acción realizada en consecuencia, obtenida en base a los procedimientos establecidos con arreglo a los artículos 2 (2) y 5, y
(d) información mencionada en el artículo 3 (6).

2. Las Evaluaciones Medioambientales Iniciales, preparadas conforme al artículo 2, estarán disponibles previa petición.

Artículo 7. *Situaciones de emergencia.*

1. Este anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor o con la protección del medio ambiente, que requieran emprender una actividad sin dar cumplimiento a los procedimientos establecidos en este anexo.
2. La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia, que en otras circunstancias habrían requerido la preparación de una Evaluación Medioambiental Global, se enviará de inmediato a las Partes y al Comité y, asimismo, se proporcionará, dentro de los noventa días siguientes a dichas actividades, una completa explicación de las mismas.

Artículo 8. *Enmiendas o modificaciones.*

1. Este anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el artículo IX.(1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico, en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.
2. Toda enmienda o modificación de este anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha parte.

ANEXO II AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Conservación de la fauna y flora antárticas

Artículo 1. *Definiciones.*

Para los fines de este anexo:

(a) «Mamífero autóctono» significa cualquier miembro de cualquier especie perteneciente a la clase de los mamíferos, autóctono de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas debido a migraciones naturales;
(b) «ave autóctona» significa cualquier miembro en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo el estado de huevo) de cualquier especie de la clase de las aves,

autóctonas de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas, debido a migraciones naturales;

(c) «planta autóctona» significa cualquier tipo de vegetación terrestre o de agua dulce, incluyendo briofitas, líquenes, hongos y algas en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo semillas y otros propagadores), autóctonos de la zona del Tratado Antártico;

(d) «invertebrado autóctono» significa cualquier invertebrado terrestre o de agua dulce en cualquier etapa de su ciclo vital, autóctono de la zona del Tratado Antártico;

(e) «autoridad competente» significa cualquier persona o agencia facultada por una Parte Contratante para expedir autorizaciones según lo establecido en este anexo;

(f) «autorización» significa un permiso oficial por escrito expedido por una autoridad competente;

(g) «tomar» o «toma» significa matar, herir, atrapar, manipular o molestar a un mamífero o ave autóctonos o retirar o dañar tales cantidades de plantas nativas que ello afecte significativamente a su distribución local o su abundancia;

(h) «intromisión perjudicial» significa:

(i) El vuelo o el aterrizaje de helicópteros o de otras aeronaves de tal manera que perturben la concentración de aves y focas;

(ii) la utilización de vehículos o embarcaciones, incluidos los aerodeslizadores y barcos pequeños, de manera que perturben la concentración de aves y focas;

(iii) la utilización de explosivos y armas de fuego de manera que perturben la concentración de aves y focas;

(iv) la perturbación intencionada de la cría y la muda del plumaje de las aves o de las concentraciones de aves y focas por cualquier persona a pie;

(v) dañar de manera significativa la concentración de plantas terrestres nativas por el aterrizaje de aeronaves, por conducir vehículos o por caminar sobre dichas plantas o por cualquier otro medio;

(vi) cualquier actividad que produzca una importante modificación negativa del hábitat de cualquier especie o población de mamíferos, aves, plantas o invertebrados autóctonos;

(i) «Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas» significa la Convención celebrada en Washington el 2 de diciembre de 1946.

Artículo 2. *Situaciones de emergencia.*

1. Este anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protección del medio ambiente.

2. La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia se enviará de inmediato a las Partes y al Comité.

Artículo 3. *Protección de la fauna y la flora nativa.*

1. Queda prohibida la toma o cualquier intromisión perjudicial, salvo que se cuente con una autorización.

2. Dichas autorizaciones deberán especificar la actividad autorizada incluyendo cuándo, dónde y quién la lleva a cabo, y se concederán sólo en las siguientes circunstancias:

(a) Para proporcionar especímenes para estudios científicos o información científica;

(b) para proporcionar especímenes para museos, herbarios, jardines zoológicos o botánicos u otras instituciones o usos educativos o culturales;

(c) para hacer frente a las consecuencias inevitables de actividades científicas no autorizadas de acuerdo con los apartados (a) o (b) anteriores, o relativas a la construcción y operación de instalaciones de apoyo científico.

3. Se deberá limitar la concesión de dichas autorizaciones para asegurar:

(a) Que no se tomen más mamíferos, aves o plantas autóctonas de las estrictamente necesarias para cumplir con los objetivos establecidos en el párrafo 2 anterior;

(b) que sólo se mate un pequeño número de mamíferos o aves autóctonas y que, en ningún caso, se maten más mamíferos o aves autóctonas de las poblaciones locales de los que puedan ser reemplazados de forma normal por reproducción natural en la siguiente estación teniendo en cuenta otras tomas permitidas;

(c) que se conserve la diversidad de las especies, así como el hábitat esencial para su existencia, y el equilibrio de los sistemas ecológicos existentes en la zona del Tratado Antártico.

4. Las especies de mamíferos, aves y plantas autóctonas enumeradas en el apéndice A de este anexo deberán ser designadas «especies especialmente protegidas» y las Partes les concederán especial protección.

5. No deberá concederse ninguna autorización para tomar una especie especialmente protegida, salvo si dicha acción:

(a) Sirve a un fin científico urgente;

(b) no pone en peligro la supervivencia o recuperación de esas especies o la población local, y

(c) utiliza técnicas no mortíferas cuando sea apropiado.

6. Cualquier actividad de toma de mamíferos y aves autóctonas se llevará a cabo de forma que se les produzca el menor dolor y sufrimiento posibles.

Artículo 4. *Introducción de especies, parásitos y enfermedades no autóctonas.*

1. No se introducirá en tierra ni en las plataformas de hielo ni en el agua de la zona del Tratado Antártico ninguna especie animal o vegetal que no sea autóctona de la zona del Tratado Antártico, salvo de conformidad con una autorización.

2. No se introducirán perros en tierra ni en las plataformas de hielo, y los perros que se encuentran actualmente en dichas áreas deberán ser retirados antes del 1 de abril de 1994.

3. Las autorizaciones citadas en el anterior párrafo 1 serán concedidas para permitir solamente la importación exclusiva de los animales y plantas enumerados en el apéndice B de este anexo y especificarán las especies número y, si es apropiado, edad y sexo, así como las precauciones a adoptar para prevenir su huida o el contacto con la fauna y flora autóctonas.

4. Cualquier planta o animal para el cual se haya concedido una autorización de conformidad con los párrafos 1 y 3 anteriores serán retirados de la zona del Tratado Antártico o serán destruidos por incineración o medio igualmente eficaz que elimine el riesgo para la fauna y la flora autóctonas, antes del vencimiento de la autorización. La autorización especificará dicha obligación. Cualquier otra planta o animal introducido en la zona del Tratado Antártico y que no sea autóctono de dicha zona, incluida cualquier descendencia, será retirado o destruido por incineración o medio igualmente efectivo para que se produzca su esterilidad, a menos que se determine que no implican riesgos para la flora y fauna autóctonas.

5. Ninguna disposición de este artículo se aplicará a la importación de alimentos en la zona del Tratado Antártico siempre que no se importen animales vivos para ese fin y que todas las plantas así como productos y partes de origen animal se guarden bajo condiciones cuidadosamente controladas y se eliminen de acuerdo con el anexo III al Protocolo y apéndice C de este anexo.

6. Cada Parte solicitará que se tomen precauciones, incluidas aquellas enumeradas en el apéndice C de este anexo para impedir la introducción de microorganismos (v. gr. virus, bacterias, parásitos, levaduras, hongos) no presentes en la fauna y flora autóctonas.

Artículo 5. *Información.*

Las Partes prepararán y facilitarán información que establezca, en particular, las actividades prohibidas y proporcionarán listas de especies especialmente protegidas y de las áreas protegidas pertinentes, para todas aquellas personas presentes en el área del Tratado Antártico o que tengan la intención de entrar en ella, con el fin de asegurar que tales personas comprenda y cumplan las disposiciones de este anexo.

Artículo 6. *Intercambio de información.*

1. Las Partes acordarán medidas para:

(a) La recopilación e intercambio de documentos (incluidos los registros de las autorizaciones) y estadísticas relativas a los números o cantidades de cada una de las especies de mamíferos, aves o plantas autóctonas tomadas anualmente en la zona del Tratado Antártico.

(b) la obtención e intercambio de información relativa al estado de los mamíferos, aves, plantas e invertebrados en el área del Tratado Antártico y el grado de protección necesaria para cualquier especie o población;

(c) el establecimiento de un formulario común en el cual esta información sea presentada por las Partes en conformidad con el párrafo 2 de este artículo.

2. Cada Parte deberá informar a las otras Partes y al Comité antes de que finalice el mes de noviembre de cada año, acerca de las medidas que se hayan adoptado en conformidad con el párrafo 1 anterior y sobre el número y naturaleza de las autorizaciones concedidas según lo establecido en este anexo durante el período precedente comprendido entre el 1 de julio y el 30 de junio.

Artículo 7. *Relación con otros acuerdos fuera del sistema del Tratado Antártico.*

Ninguna disposición de este anexo afectará a los derechos y obligaciones de las Partes derivados de la Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas.

Artículo 8. *Revisión.*

Las Partes deberán mantener bajo continua revisión las medidas para la conservación de la fauna y flora antárticas y teniendo en cuenta cualquier recomendación del Comité.

Artículo 9. *Enmiendas o modificaciones.*

1. Este anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el artículo IX.(1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

APÉNDICES AL ANEXO

Apéndice A

Especies especialmente protegidas

Todas las especies del género «arctocephalus», focas peleteras, «ommatophoca rossii», foca de Ross.

Apéndice B

Introducción de animales y plantas

Los siguientes animales y plantas podrán ser introducidos al área del Tratado Antártico de conformidad con las autorizaciones concedidas según el artículo 4 de este anexo:

(a) Plantas domésticas, y
(b) animales y plantas de laboratorio, incluyendo virus, bacterias, levaduras y hongos.

Apéndice C

Precauciones para prevenir la introducción de microorganismos

1. Aves de corral: No se introducirá ningún ave de corral u otras aves vivas en la zona del Tratado Antártico. Antes de que las aves preparadas para su consumo sean empaquetadas para su envío al área del Tratado Antártico serán sometidas a una inspección para detectar enfermedades, por ejemplo, la enfermedad de Newcastle, tuberculosis o la infección por levaduras. Cualquier ave o partes de ave no consumidas deberán ser retiradas de la zona del Tratado Antártico o destruidas por incineración o medios equivalentes que eliminen los riesgos para la fauna y flora nativas.

2. Se evitará, en la mayor medida posible, la introducción de tierra no estéril.

ANEXO III AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Eliminación y tratamiento de residuos

Artículo 1. *Obligaciones generales.*

1. Este anexo se aplicará a las actividades que se realicen en el área del Tratado Antártico de conformidad con los programas de investigación científica, el turismo y a todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico para las cuales es necesaria la notificación previa según establece el artículo VII.(5) del Tratado Antártico, incluidas las actividades asociadas de apoyo logístico.

2. Se reducirá, en la medida de lo posible, la cantidad de residuos producidos o eliminados en el área del Tratado Antártico con el fin de minimizar su repercusión en el medio ambiente antártico y de minimizar

las interferencias con los valores naturales de la antártida, con la investigación científica o con los otros usos de la Antártida que sean compatibles con el Tratado Antártico.

3. El almacenamiento, eliminación y remoción de residuos del área del Tratado, al igual que la reutilización y la reducción de las fuentes de donde proceden, serán consideraciones esenciales para la planificación y realización de las actividades en el área del Tratado Antártico.

4. En la mayor medida posible, los residuos removidos del área del Tratado Antártico serán devueltos al país desde donde se organizaron las actividades que generaron los residuos o a cualquier otro país donde se hayan alcanzado entendimientos para la eliminación de dichos residuos de conformidad con los acuerdos internacionales pertinentes.

5. Los sitios terrestres de eliminación de residuos tanto pasados como actuales y los sitios de trabajo de actividades antárticas abandonados serán limpiados por el generador de tales residuos y por el usuario de dichos sitios. No se interpretará que esta obligación supone:

(a) Retirar cualquier estructura designada como sitio o monumento histórico, o

(b) retirar cualquier estructura o material de desecho en circunstancias tales que la remoción por medio de cualquier procedimiento produjera un impacto negativo en el medio ambiente mayor que el dejar la estructura o material de desecho en el lugar en que se encuentra.

Artículo 2. *Eliminación de residuos mediante su remoción del área del Tratado Antártico.*

1. Los siguientes residuos, si se generan después de la entrada en vigor de este anexo, serán removidos del área del Tratado Antártico por los generadores de dichos residuos:

(a) Los materiales radioactivos;
(b) las baterías eléctricas;
(c) los combustibles, tanto líquidos como sólidos;
(d) los residuos que contengan niveles peligrosos de metales pesados o compuestos persistentes altamente tóxicos o nocivos;
(e) el cloruro de polivinilo (PVC), la espuma de poliuretano, la espuma de poliestireno, el caucho y los aceites lubricantes, las maderas tratadas y otros productos que contengan aditivos que puedan producir emanaciones peligrosas si se incineraran;
(f) todos los demás residuos plásticos, excepto los recipientes de polietileno de baja densidad (como las bolsas para el almacenamiento de residuos), siempre que dichos recipientes se incineren de acuerdo con el artículo 3.(1).
(g) los bidones y tambores para combustible, y
(h) otros residuos sólidos, incombustibles;

Siempre que la obligación de remover los bidones y tambores y los residuos sólidos incombustibles citados en los apartados (g) y (h) anteriores no se aplique en circunstancias en que la remoción de dichos residuos, por cualquier procedimiento práctico, pueda causar una mayor alteración del medio ambiente de la que se ocasionaría dejándolos en sus actuales emplazamientos.

2. Los residuos líquidos no incluidos en el párrafo 1 anterior, las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos, serán removidos del área del Tratado Antártico en la mayor medida posible por los generadores de dichos residuos.

3. Los residuos citados a continuación serán removidos del área del Tratado Antártico por el generador de esos residuos, a menos que sean incinerados, tratados en autoclave o esterilizados de cualquier otra manera:

(a) Residuos de despojos de los animales importados,
(b) cultivos de laboratorio de microorganismos y plantas patógenas, y
(c) productos avícolas introducidos.

Artículo 3. *Eliminación de residuos por incineración.*

1. Según establece el párrafo 2 siguiente, los residuos combustibles que no sean los que regula el artículo 2.(1), no removidos del área del Tratado Antártico, se quemarán en incineradores que reduzcan en la mayor medida posible las emanaciones peligrosas. Se tendrán en cuenta las normas sobre emisiones y sobre equipos que puedan recomendar, entre otros, el Comité y el Comité Científico para la Investigación Antártica. Los residuos sólidos resultantes de dicha incineración deberán removerse del área del Tratado Antártico.

2. Deberá abandonarse tan pronto como sea posible, y en ningún caso prolongarse después de la finalización de la temporada 1998/1999, toda incineración de residuos al aire libre. Hasta la finalización de dicha práctica, cuando sea necesario eliminar residuos mediante su incineración al aire libre, deberá tenerse en cuenta la dirección y velocidad del viento y el tipo de residuos que se van a quemar, para reducir los depósitos de partículas y para evitar tales depósitos sobre zonas de especial interés biológico, científico, histórico, estético o de vida silvestre, incluyendo, en particular, aquellas áreas para las que se ha acordado protección en virtud del Tratado Antártico.

Artículo 4. *Otros tipos de eliminación de residuos en tierra.*

1. Los residuos no eliminados o removidos según lo dispuesto en los artículos 2 y 3 no serán depositados en áreas libres de hielo o en sistemas de agua dulce.

2. En la mayor medida posible, las aguas residuales, los residuos líquidos domésticos y otros residuos líquidos no removidos del área del Tratado Antártico, según lo dispuesto en el artículo 2, no serán depositados en el hielo marino, en plataformas de hielo o en la capa de hielo terrestre, siempre que tales residuos generados por estaciones situadas tierra adentro sobre plataformas de hielo o sobre la capa de hielo terrestre puedan ser depositados en pozos profundos en el hielo, cuando tal forma de depósito sea la única opción posible. Los pozos mencionados no estarán situados en líneas de corrimiento de hielo conocidas que desemboquen en áreas libres de hielo o en áreas de elevada ablación.

3. Los residuos generados en campamentos de base serán retirados en la mayor medida posible por los generadores de tales residuos y llevados a estaciones de apoyo o a buques para su eliminación de conformidad con este anexo.

Artículo 5. *Eliminación de residuos en el mar.*

1. Las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos podrán descargarse directamente en el mar, tomando en consideración la capacidad de asimilación del medio marino receptor y siempre que:

(a) Dicha descarga se realice, si es posible, allí donde existan condiciones para su dilución inicial y su rápida dispersión, y
(b) las grandes cantidades de tales residuos (originados en una estación donde la ocupación semanal

media durante el verano austral sea aproximadamente de 30 personas o más) sean tratadas, como mínimo, por maceración.

2. Los subproductos del tratamiento de aguas residuales mediante el proceso del interruptor biológico giratorio u otros procesos similares podrán depositarse en el mar siempre que dicha eliminación no afecte perjudicialmente al medio ambiente local, y siempre que tal eliminación en el mar se realice de acuerdo con el anexo IV del protocolo.

Artículo 6. *Almacenamiento de residuos.*

Todos los residuos que vayan a ser retirados del área del Tratado Antártico o eliminados de cualquier otra forma deberán almacenarse de manera tal que se impida su dispersión en el medio ambiente.

Artículo 7. *Productos prohibidos.*

Ni en tierra ni en las plataformas de hielo ni en el agua no se introducirán en el área del Tratado Antártico difenilos policlorurados (PCB), tierra no estéril, gránulos o virutas de poliestireno u otras formas similares de embalaje o pesticidas (aparte de aquellos que sean necesarios para fines científicos, médicos o higiénicos).

Artículo 8. *Planificación del tratamiento de residuos.*

1. Cada Parte que realice actividades en el área del Tratado Antártico deberá establecer, respecto de esos artículos, un sistema de clasificación de la eliminación de los residuos resultantes de dichas actividades que sirva de base para llevar el registro de los residuos y para facilitar los estudios dirigidos a evaluar los impactos en el medio ambiente de las actividades científicas y de apoyo logístico asociado. Para ese fin, los residuos que se generen se clasificarán como:

(a) Aguas residuales y residuos líquidos domésticos (grupo 1);
(b) otros residuos líquidos y químicos, incluidos los combustibles y lubricantes (grupo 2);
(c) residuos sólidos para incinerar (grupo 3);
(d) otros residuos sólidos (grupo 4), y
(e) material radioactivo (grupo 5).

2. Con el fin de reducir aún más el impacto de los residuos en el medio ambiente antártico, cada Parte preparará, revisará y actualizará anualmente sus planes de tratamiento de residuos (incluyendo la reducción, almacenamiento y eliminación de residuos), especificando para cada sitio fijo, para los campamentos en general y para cada buque (a excepción de las embarcaciones pequeñas que formen parte de las operaciones de sitios fijos o de buques y teniendo en cuenta los planes de tratamiento existentes para buques):

(a) Programas para limpiar los sitios de eliminación de residuos actualmente existentes y los sitios de trabajo abandonados;
(b) las disposiciones para el tratamiento de residuos tanto actuales como previstos, incluyendo su eliminación final;
(c) las disposiciones actuales y planificadas para analizar el impacto en el medio ambiente de los residuos y del tratamiento de residuos, y
(d) otras medidas para minimizar cualquier efecto medioambiental producido por los residuos y por el tratamiento de residuos.

3. Cada Parte preparará también un inventario de los emplazamientos de actividades anteriores (como travesías, depósitos de combustible, campamentos de base, aeronaves accidentadas) en la medida de lo posible y antes de que se pierda esa información, de modo que se puedan tener en cuenta tales emplazamientos en la planificación de programas científicos futuros (como los referentes a la química de la nieve, los contaminantes en los líquenes o las perforaciones en hielo profundo).

Artículo 9. *Comunicación y examen de los planes de tratamiento de residuos.*

1. Los planes de tratamiento de residuos elaborados de acuerdo con el artículo 8, los informes sobre su ejecución y los inventarios mencionados en el artículo 8.(3) deberán incluirse en los intercambios anuales de información realizados de conformidad con los artículos III y VII del Tratado Antártico y Recomendaciones pertinentes de acuerdo con lo previsto en el artículo IX del Tratado Antártico.
2. Las Partes enviarán al Comité copias de los planes de tratamiento de residuos e informes sobre su ejecución y examen.
3. El Comité podrá examinar los planes de tratamiento de residuos y los informes sobre los mismos y podrá formular comentarios para la consideración de las Partes, incluyendo sugerencias para minimizar los impactos, así como modificaciones y mejoras de los planes.
4. Las Partes podrán intercambiarse información y proporcionar asesoramiento, entre otras materias, sobre las tecnologías disponibles de baja generación de residuos, reconversión de las instalaciones existentes, requisitos especiales para efluentes y métodos adecuados de eliminación y descarga de residuos.

Artículo 10. *Procedimiento del tratamiento.*

Cada Parte deberá:

(a) Designar a un responsable del tratamiento de residuos para que desarrolle y supervise la ejecución de los planes de tratamiento de residuos; sobre el terreno esta responsabilidad se delegará en una persona adecuada en cada sitio.
(b) asegurar que los miembros de sus expediciones reciban una formación destinada a limitar el impacto de sus operaciones en el medio ambiente antártico y a informarles sobre las exigencias de este anexo, y
(c) desalentar la utilización de productos de cloruro de polivinilo (PVC) y asegurar que sus expediciones al área del Tratado Antártico estén informadas respecto de cualquier producto de PVC que ellas introduzcan en el área del Tratado Antártico, de manera que estos productos puedan ser después removidos de conformidad con este anexo.

Artículo 11. *Revisión.*

Este anexo estará sujeto a revisiones periódicas con el fin de asegurar su actualización, de modo que refleje los avances en la tecnología y en los procedimientos de eliminación de residuos, y asegurar de este modo la máxima protección del medio ambiente antártico.

Artículo 12. *Situaciones de emergencia.*

1. Este anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana

o de los buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protección del medio ambiente.

2. La notificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de emergencia se enviará de inmediato a todas las Partes.

Artículo 13. *Enmienda o modificación.*

1. Este anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el artículo IX.(1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO IV AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTÁRTICO SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Prevención de la contaminación marina

Artículo 1. *Definiciones.*

Para los fines de este anexo:

(a) Por «descarga» se entiende cualquier fuga procedente de un buque y comprende todo tipo de escape, evacuación, derrame, fuga, achique, emisión o vaciamiento;

(b) por «basuras» se entiende toda clase de restos de víveres; salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y del trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, exceptuando aquellas sustancias enumeradas en los artículos 3 y 4;

(c) por «Marpol 73/78» se entiende el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, enmendado por el Protocolo de 1978 y por las posteriores enmiendas en vigor;

(d) por «sustancia nociva líquida» se entiende toda sustancia nociva líquida definida en el anexo II de Marpol 73/78.

(e) por «hidrocarburos petrolíferos» se entiende el petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, el fuel-oil, los fangos, residuos petrolíferos y los productos de refino (distintos de los de tipo petroquímico que están sujetos a las disposiciones del artículo 4);

(f) por «mezcla petrolífera» se entiende cualquier mezcla que contenga hidrocarburos petrolíferos, y

(g) por «buque» se entiende una embarcación de cualquier tipo que opere en el medio marino, incluidos los aliscafos, los aerodeslizadores, los sumergibles, las naves flotantes y las plataformas fijas o flotantes.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

Este anexo se aplica, con respecto a cada Parte, a los buques con derecho a enarbolar su pabellón y a cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye mientras opere en el área del Tratado Antártico.

Artículo 3. *Descargas de hidrocarburos petrolíferos.*

1. Cualquier descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o mezclas petrolíferas estará prohibida, excepto en los casos autorizados por el anexo I de Marpol 73/78. Mientras estén operando en el área del Tratado Antártico, los buques retendrán a bordo los fangos, lastres contaminados, aguas de lavado de tanques y cualquier otro residuo y mezcla petrolíferos que no puedan descargarse en el mar. Los buques sólo descargarán dichos residuos en instalaciones de recepción situadas fuera del área del Tratado Antártico o según lo permita el anexo I del Marpol 73/78.

2. Este artículo no se aplicará:

(a) A la descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o de mezclas petrolíferas resultantes de averías sufridas por un buque o por sus equipos:

(i) Siempre que después de producirse la avería o de descubrirse la descarga se hayan tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal descarga, y

(ii) salvo que el propietario o el Capitán haya actuado ya sea con la intención de causar la avería o con imprudencia temeraria y a sabiendas de que era muy probable que se produjere la avería, o

(b) a la descarga en el mar de sustancias que contengan hidrocarburos petrolíferos cuando sean empleados para combatir casos concretos de contaminación a fin de reducir los daños resultantes de tal contaminación.

Artículo 4. *Descarga de sustancias nocivas líquidas.*

Estará prohibida la descarga en el mar de cualquier sustancia nociva líquida; asimismo, la de cualquier otra sustancia química o de otras sustancias en cantidades o concentraciones perjudiciales para el medio marino.

Artículo 5. *Eliminación de basuras.*

1. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier material plástico, incluidos, pero no exclusivamente, la cabuyería sintética, redes de pesca sintéticas y bolsas de plástico para la basura.

2. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier otro tipo de basura, incluidos los productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica, ceniza de incineración, material de estiba, envoltorios y material de embalaje.

3. Podrán ser eliminados en el mar los restos de comida siempre que se hayan triturado o molido, y siempre que ello se efectúe, excepto en los casos en que esté permitido de acuerdo con el anexo V de Marpol 73/78, tan lejos como sea prácticamente posible de la tierra y de las plataformas de hielo y, en ningún caso, a menos de 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo más cercanas. Tales restos de comida triturados o molidos deberán poder pasar a través de cribas con agujeros no mayores de 25 milímetros.

4. Cuando una sustancia o material incluido en este artículo se mezcle con otras sustancias o materiales para los que rijan distintos requisitos de descarga o eliminación, se aplicarán a la mezcla los requisitos más rigurosos.

5. Las disposiciones de los párrafos 1 y 2 anteriores no se aplicarán:

(a) Al escape de basuras resultante de averías sufridas por un buque o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado

todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal escape, o

(b) a la pérdida accidental de redes de pesca sintéticas, siempre que se hubieran tomado todas las precauciones razonables para evitar tal pérdida.

6. Las Partes requerirán, cuando sea oportuno, la utilización de libros de registro de basuras.

Artículo 6. *Descarga de aguas residuales.*

1. Excepto cuando perjudiquen indebidamente las operaciones antárticas:

(a) Las Partes suprimirán toda descarga en el mar de aguas residuales sin tratar (entendiendo por «aguas residuales» la definición del anexo IV del Marpol 73/78) dentro de las 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo;

(b) más allá de esa distancia, las aguas residuales almacenadas en un depósito no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, y siempre que sea prácticamente posible, mientras que el buque se encuentre navegando a una velocidad no menor de cuatro nudos.

Este párrafo no se aplica a los buques certificados para transportar a un máximo de 10 personas.

2. Las Partes requerirán, cuando sea apropiado, la utilización de libros de registro de aguas residuales.

Artículo 7. *Situaciones de emergencia.*

1. Los artículos 3, 4, 5 y 6 de este anexo no se aplicarán en situaciones de emergencia relativas a la seguridad de un buque y a la de las personas a bordo, ni en caso de salvamento de vidas en el mar.

2. Las actividades llevadas a cabo en situaciones de emergencia serán notificadas de inmediato a las Partes y al Comité.

Artículo 8. *Efecto sobre ecosistemas dependientes y asociados.*

En la aplicación de las disposiciones de este anexo se prestará la debida consideración a la necesidad de evitar los efectos perjudiciales en los ecosistemas dependientes y asociados fuera del área del Tratado Antártico.

Artículo 9. *Capacidad de retención de los buques e instalaciones de recepción.*

1. Las Partes tomarán todas las medidas necesarias para asegurar que todos los buques con derecho a enarbolar su pabellón y cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye, antes de entrar en el área del Tratado Antártico, estén provistos de un tanque o tanques con suficiente capacidad para la retención a bordo de todos los fangos, los lastres contaminados, el agua del lavado de tanques y otros residuos y mezclas petrolíferos, y tengan suficiente capacidad para la retención a bordo de basura mientras estén operando en el área del Tratado Antártico y que hayan concluido acuerdos para descargar dichos residuos petrolíferos y basuras en una instalación de recepción después de abandonar dicha área. Los buques también deberán tener capacidad suficiente para la retención a bordo de sustancias nocivas líquidas.

2. Las Partes desde cuyos puertos zarpen buques hacia el área del Tratado Antártico o desde ella arriben se comprometen a asegurar el establecimiento, tan pronto como sea prácticamente posible, de instalaciones adecuadas para la recepción de todo fango, lastre contaminado, agua del lavado de tanques y cualquier otro residuo y mezcla petrolífera y basuras de los buques, sin causar retrasos indebidos y de acuerdo con las necesidades de los buques que las utilicen.

3. Las Partes que operen buques que zarpen hacia el área del Tratado Antártico o desde ella arriben a puertos de otras Partes consultarán con estas Partes para asegurar que el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción no imponga una carga injusta sobre las Partes contiguas al área del Tratado Antártico.

Artículo 10. *Diseño, construcción, dotación y equipamiento de los buques.*

Las Partes tomarán en consideración los objetivos de este anexo al diseñar, construir, dotar y equipar los buques que participen en operaciones antárticas o las apoyen.

Artículo 11. *Inmunidad soberana.*

1. El presente anexo no se aplicará a los buques de guerra ni a la unidades navales auxiliares, ni a los buques que, siendo propiedad de un Estado o estando a su servicio, sólo le presten en ese momento servicios gubernamentales de carácter no comercial. No obstante, cada Parte asegurará mediante la adopción de medidas oportunas que tales buques de su propiedad o a su servicio actúen de manera compatible con este anexo, dentro de lo razonable y practicable, sin que ello perjudique las operaciones o la capacidad operativa de dichos buques.

2. En la aplicación del párrafo 1 anterior las Partes tomarán en consideración la importancia de la protección del medio ambiente antártico.

3. Cada Parte informará a las demás Partes sobre la forma en que aplica esta disposición.

4. El procedimiento de solución de controversias establecido en los artículos 18 a 20 del Protocolo no será aplicable a este artículo.

Artículo 12. *Medidas preventivas y de preparación y respuesta ante emergencias.*

1. Las Partes, de acuerdo con el artículo 15 del Protocolo, para responder más eficazmente ante las emergencias de contaminación marina o a su posible amenaza sobre el área del Tratado Antártico, desarrollarán planes de contingencia en respuesta a la contaminación marina en el área del Tratado Antártico, incluyendo planes de contingencia para los buques (excepto botes pequeños que formen parte de las operaciones de bases fijas o de buques) que operen en el área del Tratado Antártico, especialmente buques que transporten hidrocarburos petrolíferos como carga y para derrames de hidrocarburos originados en instalaciones costeras y que afecten el medio marino. Con este fin, las Partes:

(a) Cooperarán en la formulación y aplicación de dichos planes, y

(b) tendrán en cuenta el asesoramiento del Comité de la Organización Marítima Internacinoal y de otras organizaciones internacionales.

2. La Partes establecerán también procedimientos para cooperar en la respuesta ante las emergencias de contaminación y emprenderán las acciones de respuesta adecuadas de acuerdo con tales procedimientos.

Artículo 13. *Revisión.*

Las Partes mantendrán bajo continua revisión las disposiciones de este anexo y las otras medidas para prevenir y reducir la contaminación del medio marino antártico y actuar ante ella, incluyendo cualesquiera enmiendas y normativas nuevas adoptadas en virtud del Marpol 73/78, con el fin de alcanzar los objetivos de este anexo.

Artículo 14. *Relación con Marpol 73/78.*

Con respecto a aquellas Partes que también lo son del Marpol 73/78, nada en este anexo afectará a los derechos y obligaciones específicos de él derivados.

Artículo 15. *Enmiendas o modificaciones.*

1. Este anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el artículo IX.(1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

El presente Protocolo, así como sus anexos, entró en vigor de forma general y para España el 14 de enero de 1998, de conformidad con lo establecido en su artículo 23, párrafo 1.

Lo que se hace público para conocimiento general.

Madrid, 9 de febrero de 1998.—El Secretario general técnico del Ministerio de Asuntos Exteriores, Julio Núñez Montesinos.

COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

Presidente: D. MANUEL CATALÁN PÉREZ-URQUIOLA
Contralmirante. Colaborador honorífico de la Universidad de Cádiz.

Coordinador: D. FRANCISCO JAVIER MARTÍN GARCÍA
Coronel Infantería (DEM).

Secretario: D. LUIS ALONSO MERA
Coronel Ejército del Aire (DEM).

Vocales: D. JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ LÓPEZ
Capitán de Navío (EG).

D. JAVIER GUISÁNDEZ GÓMEZ
Coronel del Ejército del Aire (DEM).

D. JERÓNIMO LÓPEZ MARTÍNEZ
Profesor de la Universidad Autónoma de Madrid.
Delegado español en el Scientific Committee on Antartic Research (SCAR).
Secretario técnico del Comité Polar Español, Oficina de Ciencia y Tecnología.

D. CARLOS PALOMO PEDRAZA
Oceanógrafo. Coordinador de Geología y Geofísica Marina.
Instituto Español de Oceanografía.

D. PEDRO RAMÍREZ VERDÚN
Coronel Infantería (DEM).

D. MARISA RODRÍGUEZ MOJÓN
Doctora en Ciencias Políticas y Sociología.

Las ideas contenidas en este trabajo son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen necesariamente el pensamiento del CESEDEN, que patrocina su publicación.

ABSTRACT

The Antarctic continent and surroundings oceans present characteristics that mark them as a singular environment. The barren glaciated landform, with its months of darkness and inhospitable climate, has rendered exploration difficult avoiding, along the centuries, the human presence. Moreover, the surroundings heavy seas, covered with moving icebergs and a thick ice pack, have produced natural barriers that discourage, not only the presence of humans, sed also any other kind of significant life-form, to progress out of the coasts towards the interior of the continent. So, our scientific understanding of this area is a fairly recent development, hindered by the challenges of remoteness and adverse research environment.

During the International Geophysics Year, 1987-1988, many research programs were started with the double aim of improving the knowledge of the Antarctic and to improve the relations between the countries interested in a better understanding and scientific knowledge of the area. Consequently it was formed the Scientific Committee of Antarctic Research, in the International Council of Scientific Unions, followed by the Antarctic Treaty, with the main objective to protect the Area as an international patrimonial and coordinate all the human activities in the region.

Once solved the coordination of the human presence and scientific activities in the frame of the Treaty the singularities of the Antarctic area could be presently defined as an ice and isolated laboratory, that offers the possibility of many different and fundamental research programs, covering almost all present scientific branches of present interest, with a transcendental role in our future knowledge of a possible climate change.

The processes controlling change in the polar ice sheets are important elements of the global climate system and are also very sensitive indicators of changes within the systemetros Present studies give clear information about the growth and decay in the polar sheet on two different scales. First, by developing topographic maps of the ice sheets, recreated later, to know whether ice is accumulating or melting at a continental scale. Secondly, by monitoring the behaviour of the major system components to understand the processes that drive the possible glacial changes. Now it is not clear whether the balance between the accumulation and loss from the Antarctic sheet is positive or negative. The rate of mass loss or gain from the Antarctic cap, and so its effect over the ocean mean sea level tendencies, may therefore be found out with accuracy from repetitive topographic maps of the ice sheets obtained with satellite techniques and checked with local measurements.

Although Spain, in tragical circumstances, made a first sight of the Antarctic in 1603, followed at the beginning of the eighteen century for the lost of the navy ship «San Telmo», the interest of an active and important research presence started only a few years before its admittance as a full right member of the Antarctic Treaty with the operation of its two antarctic bases in Livingston and Deception islands and the operation, on yearly summer antarctic campaign, of Spanish Oceanographic ships in the Austral Ocean.

Present monographies are a detailed approach, made for specialists in different Antarctic matters, analysing different scientific, infrastructure, legal and logistic present situation of the Antarctic research, including their oppinion about the future of the human approach to this ice covered and isolated last continent.

ÍNDICE

Página

SUMARIO 7

INTRODUCCIÓN 9

Capítulo primero

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA ANTÁRTIDA. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD ANTÁRTICA ESPAÑOLA 19

Intoducción 21
Características e interés de la Antártida para la investigación científica 22
Objetivos de la investigación antártica 24
La ciencia y la cooperación internacional en el sistema del Tratado Antártico 25
— *El Comité Científico de Investigación (SCAR)* 26

Situación de España en la investigación antártica 27
— *Instalaciones antárticas españolas* 32

La Antártica y el medio ambiente 39
— *Zonas especialmente protegidas* 40

Requerimientos medioambientales de las actividades en la Antártida 41
Situación de España ante la protección medioambiental de la Antártida y el cumplimiento del Protocolo de Madrid 42
— *Adopción de resoluciones y medidas del Tratado Antártico, pedientes de aprobación* 44

Página

— *Adecuación de la estructura administrativa* 44
— *Procedimiento para la evaluación de impactos ambientales* 44
— *Expedición de permisos para acceder y realizar actividades en las ZAEP* 45
— *Intercambio de información* 45

Procedimiento para la evaluación de los impactos ambientales de las actividades españolas en la Antártida 47
— *Procedimiento* 49

Estructura de la actividad antártica española 52
Bibliografía 58
Relación de los acrónimos utilizados 60

Capítulo segundo

CARTOGRAFÍA ANTÁRTICA 61

Antecedentes 63
Cartografía náutica 64
— *Regulación* 64
— *Levantamientos españoles* 68

Cartografía terrestre 71
Conclusiones 71
Bibliografía 72

Capítulo tercero

RECURSOS RENOVABLES ANTÁRTICOS 75

Introducción 77
Recursos vivos 79
— *Evolución histórica* 79
— *La ordenación y utilización de los recursos vivos marinos antárticos* 82
— *Sucinta descripción de las pesquerías activas actualmente en el océano Austral* 85
— *Panorámica actual* 86

Recursos turísticos 91
— *Evolución histórica* 91
— *Panorama actual* 95

Página

— *Guía para los visitantes a la Antátida* 97
— *Guía para aquellos que organicen y conduzcan actividades turísticas y no gubernamentales en la Antártida* 100

Anexo 107
Bibliografía 109

Capítulo cuarto

LAS TÉCNICAS ESPACIALES EN LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL 111

El océano Austral. Los límites de la observación clásica 113
Los medios espaciales en el estudio del acéano Antártico 120
— *Un poco de historia. Los inicios de la navegación y geodesia espacial* 120
— *La constelación del Sistema Global de Posicionamiento (GPS)* 121

La oceanografía espacial 128
— *Los radiómetros* 132
— *El radar de apertura sintética* 135
— *El radar altímetro* 139
— *La variación del nivel del mar en el océano Austral* 144
— *El intercambio de calor en el océano Austral* 150

Conclusiones 155
Bibliografía 158

Capítulo quinto

LÍNEAS DE ACCIÓN A DESARROLLAR EN EL CONTINENTE ANTÁRTICO 161

Geopolítica antártica 163
Logística antártica 172
Papel de las Fuerzas Armadas en el ambiente antártico 183
Futuro de las actividades antárticas 186
Bibliografía 187
Anexos 188

Capítulo sexto

LOS MEDIOS AÉREOS EN LA ANTÁRTIDA 197

Página

Introducción 199
La influencia de la extensión y dimensiones del continente en la circulación aérea 201
La influencia de la meteorología en la operatividad de los medios aéreos 204
La estrategia aérea en el área 209
— *El apoyo aéreo logístico* 211
— *El transporte aéreo, como elemento esencial para el apoyo logístico* 213
— *Las cargas a transportar y lanzar por vía aérea* 214
— *El efecto del frío en las tripulaciones aéreas* 217
— *Una base aérea permanente en la Antártida* 220
— *Modelo operacional aéreo en la Antártida* 223
— *El primer vuelo polar en helicóptero* 228
— *Búsqueda y Rescate (SAR)* Search and Rescue 229
— *Actividades aéreas de la Fuerza Aérea de Chile en la Antártida* 231
— *Consideraciones oficiales sobre el SAR* 231
— *El SAR, conjunto-combinado* 233
— *Presencia aeronáutica española en la Antártida* 234
— *Punto de vista estratégico de algunos países presentes en la Antártida* 237

Conclusiones 250
Bibliografía 251

Capítulo séptimo

EL SISTEMA LEGAL QUE RIGE LAS RELACIONES ENTERNACIONALES RELATIVAS A LA ANTÁRTIDA 253

Introducción 255
Las reclamaciones de soberanía 256
El Tratado Antártico 257
— *Análisis del Tratado* 258

El sistema legal del Tratado Antártico 266
El Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente 267
Conclusiones 270
Bibliografía 270

Anexos *Página*

Anexo A: Tratado Antártico..... 275
Anexo B: Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente..... 279

COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO..... 295

ABSTRACT..... 297

ÍNDICE..... 299

RELACIÓN DE MONOGRAFÍAS DEL CESEDEN

*1. Clausewitz y su entorno intelectual. (Kant, Kutz, Guibert, Ficht, Moltke, Sehlieffen y Lenia).

*2. Las conversaciones de desarme convencional (CFE).

*3. Disuasión convencional y conducción de conflictos: el caso de Israel y Siria en el Líbano.

*4. Cinco sociólogos de interes militar.

*5. Primeras Jornadas de Defensa Nacional.

*6. Prospectiva sobre cambios políticos en la antigua URSS. (Escuela de Estados Mayores Conjuntos. XXIV Curso 91/92).

7. Cuatro aspectos de la Defensa Nacional. (Una visión universitaria).

8. Segundas Jornadas de Defensa Nacional.

9. IX y X Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.

10. XI y XII Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.

11. Anthology of the essays. (Antología de textos en inglés).

12. XIII Jornadas CESEDEN-IDN de Portugal. La seguridad de la Europa Central y la Alianza Atlántica.

13. Terceras Jornadas de Defensa Nacional.

*14. II Jornadas de Historia Militar. La presencia militar española en Cuba (1868-1895).

*15. La crisis de los Balcanes.

16. La Política Europea de Seguridad Común (PESC) y la Defensa.

17. Second anthology of the essays. (Antología de textos en inglés).

18. Las misiones de paz de la ONU.

19. III Jornadas de Historia Militar. Melilla en la historia militar española.

20. Cuartas Jornadas de Defensa Nacional.

21. La Conferencia Intergubernamental y de la Seguridad Común Europea.

22. El Ejército y la Armada de Felipe II, ante el IV centenario de su muerte.

23. V Jornadas de Defensa Nacional.

24. Altos estudios militares ante las nuevas misiones para las Fuerzas Armadas.

25. Utilización de la estructura del transporte para facilitar el cumplimiento de las misiones de las Fuerzas Armadas.

26. Valoración estratégica del estrecho de Gibraltar.

27. La convergencia de intereses de seuridad y defensa entre las Comunidades Europeas y Atlánticas.

28. Europa y el Mediterráneo en el umbral del siglo XXI.

29. El Ejército y la Armada en 1898: Cuba, Puerto Rico y Filipinas (I).

30. Un estudio sobre el futuro de la no-proliferación.

31. El islam: presente y futuro.

32. Comunidad Iberoamericana en el ámbito.

33. La Unión Europea Occidental tras Amsterdam y Madrid.

34. Iberoamérica, un reto para España y la Unión Europea en la próxima década.

35. La seguridad en el Mediterráneo.

36. Marco normativo en que se desarrollan las operaciones militares.

---

* Agotado. Disponible en las bibliotecas especializadas y en el Centro de Documentación del Ministerio de Defensa.

MINISTERIO
DE DEFENSA

PUBLICACIONES DE DEFENSA

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

Colección Monografías del CESEDEN