

GUÍA DE UTILIZACIÓN DE BOYAS A LA DERIVA PARA ACOPIO E INTERCAMBIO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS

PROLOGO

En su cuarta reunión (Ginebra, 11 a 20 de noviembre de 1985), el Comité Técnico sobre el IGOSS [COI-OMM], al analizar la necesidad de otras publicaciones relativas al IGOSS, convino en que se elaborase una Guía de procedimientos operativos para el acopio e intercambio de datos oceanográficos mediante boyas a la deriva, similar a la Guía de los procedimientos operativos para la concentración e intercambio de datos oceanográficos (BATHY y TESAC) (Manuales y Guías de la COI, N° 3, versión revisada, preparada conjuntamente por la COI y la OMM). Debía incorporar la información que ya figura en la Guía para la Concentración de Datos y los Servicios de Localización mediante el Servicio Argos (Serie de Meteorología Marina y Actividades Oceanográficas Conexas de la OMM, Informe N° 10), pero tener un alcance mayor, a fin de incluir todos los pormenores relativos a la transmisión, circulación por el SMT y archivo de los datos procedentes de las boyas a la deriva. La Guía sería preparada conjuntamente por el IGOSS, el IODE y el Panel de Cooperación sobre Boyas a la Deriva (DBCP) recién creado.

Se nombró Relator, con el encargo de preparar la Guía, al Dr. G. Hamilton, Director de la División de Sistemas de Datos del National Data Buoy Centre de los Estados Unidos de América quien accedió amablemente a realizar esta importante tarea.

La Guía de utilización de boyas a la deriva para acopio e intercambio de datos oceanográficos tiene por objeto facilitar a los círculos especializados en meteorología y oceanografía de todo el mundo, información actualizada sobre el equipo y el funcionamiento de las boyas a la deriva, así como sobre la telemetría, tratamiento y difusión de los datos que éstas permiten obtener. Se confía en que la Guía sea útil a los países que aún no disponen de boyas a la deriva para recoger observaciones sobre el océano y que se preguntan si esta tecnología tiene algún interés para ellos.

Aprovechamos la ocasión para expresar, en nombre de la COI y de la OMM, nuestro agradecimiento al Dr. Hamilton por los esfuerzos y tiempo que ha dedicado a preparar la Guía.

T.D. Potter
por el Secretario General de la OMM

M. Ruivo
Secretario de la COI

INDICE

Página

1.	INTRODUCCION	1
2.	ANTECEDENTES	1
2.1	Evolución del empleo de las boyas a la deriva	1
2.2	Experimentos y operaciones de carácter internacional o nacional	2
2.3	Actividades de los órganos internacionales	3
3.	EL EQUIPO DE LAS BOYAS A LA DERIVA	4
3.1	Los cascos	4
3.2	Los sensores	6
3.3	Material electrónico	9
3.4	Anclas flotantes	10
4.	FUNCIONAMIENTO DE LAS BOYAS A LA DERIVA	11
4.1	Logística	11
4.2	Técnicas de lanzamiento	12
5.	TELEMETRIA, TRATAMIENTO Y DIFUSION DE LOS DATOS	18
5.1	CLS/Servicio Argos	18
5.2	Terminales de Usuarios Locales (LUT)	21
5.3	Disponibilidad de los datos en tiempo real	21
5.4	Calidad de los datos	22
5.5	Archivo de datos	26
6.	COSTO DEL SISTEMA	29
6.1	Equipo	29
6.2	Logística y lanzamiento	30
6.3	Tratamiento de los datos	31
ANEXOS		
I.	Referencias	33
II.	Descripción de los programas de boyas a la deriva de los países miembros	35
III.	Puntos nacionales de convergencia designados por los miembros para los programas de boyas a la deriva	65
IV.	Lista de Siglas/Abreviaturas	69

1. INTRODUCCION

Nuestra comprensión del océano y del entorno marino, así como del papel que ambos desempeñan en el tiempo y en el clima, depende directamente de nuestra capacidad de observar su estructura y variabilidad. Aunque los métodos tradicionales han suministrado, a lo largo de la historia, mediciones marinas valiosas, la necesidad cada vez mayor de contar con datos de todo el mundo sobre el medio marino en tiempo real y en tiempo real aproximado exige que exploremos plenamente todos los avances de la tecnología en materia de sensores, plataformas, redes de medición y telemetría de datos.

Son evidentes los progresos realizados en materia de concepción de sistemas de previsión numéricos. Ahora bien, la mejora de las previsiones operacionales puede verse gravemente limitada por la cobertura insuficiente de los datos y la escasa calidad de algunos de éstos en la actualidad.

En el curso del Primer Experimento Mundial GARP (FGGE), las boyas a la deriva sirvieron para mejorar considerablemente el análisis y la previsión del tiempo en zonas marinas de las que se disponía de escasos datos, y asimismo han demostrado su eficacia en experimentos y operaciones posteriores. En el párrafo 8 se examina el empleo de estos dispositivos como elementos auxiliares de los servicios de meteorología marina. Otro aspecto importante de los datos recogidos según este método es la distribución y magnitud de la variabilidad de las corrientes de deriva que miden las boyas. Las boyas a la deriva desempeñan actualmente un papel esencial en los estudios de la circulación de los océanos.

Tanto el número como la utilización y la capacidad de las boyas a la deriva siguen aumentando, y se han iniciado programas de control de su calidad operacional. El Servicio Argos de Acopio-Localización-Satélites (CLS) ha creado un Centro de Tratamiento Argos en los Estados Unidos, a fin de acelerar la transmisión de datos a los usuarios. La importancia cada vez mayor de este recurso tanto para los oceanógrafos como para los meteorólogos, y la creciente cooperación entre los especialistas del medio ambiente, condujeron a la creación del Panel de Cooperación sobre Boyas a la Deriva [COI-OMM]. El Comité Técnico sobre el Sistema Mundial Integrado de Servicios Oceánicos [COI-OMM], en colaboración con el Comité de Trabajo sobre IODE de la COI, decidió que se emprendiese, en colaboración con el Panel de Cooperación ya citado, la tarea de preparar una Guía de técnicas de gestión, tratamiento y archivo de los datos procedentes de las boyas a la deriva, guía que no habría de repetir lo ya formulado en la Guía para la Concentración de Datos y los Servicios de Localización mediante el Servicio Argos (Informe N° 10, Serie de Informes de Meteorología Marítima y Actividades Oceanográficas Conexas de la OMM (7)), sino resumir, actualizar en la medida de lo necesario y remitir al Informe N° 10 cuando fuese preciso. La presente Guía pretende cumplir dichos requisitos.

2. ANTECEDENTES

2.1 Evolución del empleo de las boyas a la deriva

Las primeras mediciones mediante boyas a la deriva de que se tiene noticia fueron llevadas a cabo por Leonardo da Vinci (1452-1519), para medir la velocidad del agua de las corrientes. Lanzando al agua un simple flotador, consistente en un vástago compensado y una vejiga de flotación, y midiendo la distancia recorrida corriente abajo al cabo de cierto tiempo, pudo obtener datos suficientes para calcular el caudal real de la corriente.

La utilización de las boyas a la deriva en oceanografía, principalmente para medir las corrientes, tiene una larga historia, aunque la localización de las boyas ha supuesto siempre dificultades.

La concepción e instalación de sistemas seguros de satélites, como NIMBUS y EOLE, que pueden detectar plataformas superficiales en todo el mundo, significó la posibilidad, hasta entonces inexistente, de realizar mediciones tanto de las corrientes en alta mar como del medio ambiente. En el último decenio, la tecnología de los satélites ha progresado de modo tal que hoy en día existen plataformas dotadas de material electrónico de costo relativamente bajo que pueden facilitar datos en tiempo real y sin discontinuidad.

Cuando a fines de 1978 se lanzó el satélite TIROS-N, se realizó la posibilidad de desplegar operacionalmente amplias redes de boyas a la deriva que transmiten informaciones por conducto del Sistema Argos. Actualmente las redes que se utilizan para aplicar el Programa Los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial (TOGA) en el hemisferio meridional siguen empleando el Sistema Argos y transmitiendo datos con fines tanto prácticos como de investigación. Las boyas a la deriva que se utilizan en el Programa TOGA son mucho más seguras que los "derivadores" ("drifters") del Primer Experimento Mundial del GARP (FGGE).

2.2 Experimentos y operaciones de carácter internacional o nacional

El Programa Los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial y el Experimento Mundial sobre la Circulación del Océano (WOCE) forman parte del Programa Mundial de Investigación Climática (WCRP), establecido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), y cuya finalidad es determinar en qué medida se puede predecir el clima y en qué grado influye el hombre en el clima. Dada la influencia del océano sobre las variaciones climáticas, el Programa cuenta también con el apoyo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Unesco y del Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (SCOR) del CIUC.

2.2.1 El Programa Los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial

El Programa TOGA tiene tres objetivos científicos: a) obtener una descripción de los océanos tropicales y de la atmósfera mundial como sistema cronodependiente, a fin de determinar en qué medida cabe predecirlo en escalas temporales de meses a años, y comprender los mecanismos y procesos que permiten predecir ese sistema; b) estudiar la viabilidad de elaborar un modelo del sistema conjunto océano-atmósfera a fin de predecir sus variaciones; y c) proporcionar el fundamento científico necesario para elaborar un sistema de observación y transmisión de datos para predicciones operacionales, si los modelos demuestran que es factible.

El principal motivo de que se utilicen derivadores es obtener datos de lugares remotos por los que es improbable que naveguen a menudo buques, y datos sobre la circulación profunda. Las redes de boyas a la deriva son un elemento esencial para obtener los datos que requiere el Programa TOGA en materia de presión superficial, temperatura del aire en la superficie del mar, temperatura de la superficie del mar y datos sobre la corriente cuasi superficial.

2.2.2 El Experimento sobre la Circulación del Océano Mundial

El WOCE tiene por objeto estudiar la distribución mundial de las variables oceánicas, con miras a mejorar radicalmente los cálculos de la circulación en los océanos mundiales. Este experimento pretende acopiar un conjunto de datos que signifiquen para la circulación oceánica lo que el FGGE para la previsión del tiempo. El conjunto de datos había de estimular la elaboración de los modelos necesarios para predecir los cambios climáticos.

A fin de elaborar modelos de la circulación de los océanos se precisan datos sobre: i) la topografía del fondo del mar, como límite inferior; ii) la distribución de la velocidad, temperatura, salinidad y determinados elementos químicos, como condiciones iniciales; y iii) las pautas mundiales de los flujos -que varían según las estaciones del año- del impulso, la energía, la humedad y los gases de la interfaz de la superficie del océano, como límite superior.

Las boyas a la deriva proporcionarán datos importantes para el WOCE; se recurrirá a "derivadores" ("difters") de profundidad localizados acústicamente, boyas a la deriva de flotación neutra que suben a la superficie para que los satélites recojan los datos y boyas a la deriva en la superficie.

2.2.3 Actividades de los países

En el Anexo II se describen los programas de los diversos Estados Miembros.

2.3 Actividades de los órganos internacionales

A la vista del éxito del programa de boyas a la deriva durante el Año Operacional del FGGE, la 32a. reunión del Comité Ejecutivo de la OMM, celebrada en 1980, pidió al Secretario General que efectuase los estudios necesarios para incorporar este recurso a breve y largo plazo en el Sistema de Observación Mundial de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM). El Comité Ejecutivo acordó por unanimidad que había que mantener y seguir fomentando el impulso y entusiasmo desplegados durante el FGGE en lo tocante a las boyas a la deriva, observando asimismo que el Consejo Ejecutivo de la COI en su 11a. reunión había reconocido la gran importancia de esta tecnología para los servicios y programas de investigación en materia de oceanografía.

Con posterioridad a esas fechas, han aumentado la coordinación y cooperación internacionales a propósito de:

- i) el intercambio de información sobre la evolución y aplicaciones de las boyas a la deriva;
- ii) el intercambio de datos de carácter operacional;
- iii) el diálogo internacional entre oceanógrafos y meteorólogos acerca de la utilización de boyas para investigaciones y fines prácticos, habida cuenta de los intereses de los usuarios, tanto de pequeña como de gran importancia;
- iv) la coordinación y el estudio de los aspectos jurídicos, como la recuperación y marcado de boyas, el despacho aduanero, etc.;

- v) la concepción de un sistema práctico combinado de observación meteorológica, fundado en la experiencia obtenida durante el FGGE;
- vi) la coordinación de los contratos de tratamiento de datos (en particular con el Servicio Argos/CLS).

Desde 1981, la OMM ha servido de sede para la Reunión del Acuerdo Mixto de Tarifas Argos, juntamente con la COI desde 1984. Ambas organizaciones han facilitado todo el apoyo administrativo y de otra índole necesario. Gracias a ese acuerdo, se han reducido considerablemente las tarifas, lo que ha contribuido sin duda a acelerar el despliegue de boyas a la deriva en apoyo de los programas de la OMM y de la COI.

Por último, se puso de manifiesto que hacía falta algún tipo de mecanismo de coordinación y planificación general de las actividades en la materia, por lo que en 1985 se celebró una reunión preparatoria conjunta OMM-COI, a fin de preparar medidas de cooperación internacionales para la ejecución de los programas de carácter meteorológico y oceanográfico de boyas a la deriva. En su 37a. reunión, que tuvo lugar en junio de 1985, el Consejo Ejecutivo de la OMM suscribió la recomendación de la reunión preparatoria de que se crease un Panel de Cooperación sobre Boyas a la Deriva (DBCP). El Consejo Ejecutivo convino en que había llegado el momento de poner en marcha las redes de boyas a la deriva para la VMM y el PMIC y en que para ello se debería activar el DBCP. La COI ha reconocido hace mucho que las boyas a la deriva son un instrumento importantísimo para alcanzar los objetivos del IGOSS y realizar los programas de supervisión de los océanos, y el Consejo Ejecutivo de la COI, en su 19a. reunión (marzo de 1986), acordó copatrocinar el DBCP con la OMM.

El DBCP se reúne una vez al año, coincidiendo con las reuniones del Acuerdo Mixto de Tarifas Argos, habitualmente en la segunda quincena de octubre.

3. EL EQUIPO DE LAS BOYAS A LA DERIVA

Es fundamental que todos los elementos que equipan las boyas a la deriva (sensores, procesadores, transmisores, etc.) sean sometidos a un control de calidad exhaustivo. Aunque puede resultar caro y llevar mucho tiempo detectar averías graves antes de la puesta en funcionamiento -y en este caso toda avería debe considerarse grave- los fallos que se produzcan una vez instaladas las boyas serán aún más costosos, pues recuperarlas resulta imposible (por mal funcionamiento de los transmisores) o bien inútil, ya que el costo de la recuperación es mucho mayor que el de la propia boya.

3.1 Los cascos

El diseño del casco está determinado fundamentalmente por la finalidad de la boya. Para la obtención de datos de meteorología marina en tiempo real, la antena debe mantenerse fuera del agua a fin de permitir una telemetría óptima al satélite. Por este motivo, la mayor parte de los casos de las boyas del FGGE consistía simplemente en una pértiga y una anilla de flotación. Entre los criterios para el diseño que deben tomarse en cuenta figuran también un perfil bajo para minimizar la tracción eólica y una baja tracción superficial del casco a fin de poder utilizar la boya en una configuración de ancla flotante con mínimos efectos de la corriente superficial. Por lo común, los casos de las boyas consisten en una pieza moldeada de fibra de vidrio o aluminio con relleno de poliuretano. La energía procede habitualmente de pilas alcalinas,

de manganeso o de litio. En las actas de la Conferencia Técnica de la OMM sobre Automatización de las Observaciones Marinas y la Concentración de Datos (6) figuran las descripciones de las boyas utilizadas por los distintos países.

El lanzamiento de las boyas desde aviones es un método flexible y rápido de desplegarlas, aunque presenta problemas con los derivadores de tamaño normal, pues por lo general, hay que abrir una compuerta en pleno vuelo, lo cual puede resultar peligroso en condiciones atmosféricas desfavorables. Se están realizando progresos tecnológicos para construir una boya del tamaño de una sonoboya que pueda realizar buena parte de las funciones de las boyas de mayores dimensiones. Una sonoboya es una boya equipada para detectar sonidos subacuáticos y transmitirlos por radio. Si se fabrican boyas con la forma y el tamaño exactos de una sonoboya estándar (normalmente, un cilindro de 15 x 91 centímetros que se puede dejar caer desde aviones equipados a tal fin), el despliegue de boyas a la deriva podría llegar a ser un complemento de bajo costo de otras operaciones.

La precisión de las mediciones de las corrientes a partir de las boyas a la deriva ha sido objeto de muchas especulaciones desde que fueron desplegadas por primera vez. Para tratar la cuestión, el Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (SCOR) creó recientemente el Grupo de Trabajo 88, [SCOR WG 88] al que asignó el siguiente mandato:

- a) Elaborar procedimientos a fin de determinar la eficacia de los diversos sistemas de boyas a la deriva para seguir las corrientes;
- b) Analizar y comunicar los resultados de la aplicación de esos procedimientos por investigadores de todo el mundo;
- c) Señalar los progresos científicos y tecnológicos recientes en relación con las boyas a la deriva.

Un resultado importante de los programas de tecnología en la materia ha sido la elaboración de modelos computadorizados de cronotopos, que sirven para diseñar los sistemas de boyas a la deriva y gracias a los cuales se pueden simular los movimientos del casco de una boya y determinar los parámetros mecánicos críticos necesarios para efectuar las síntesis en que se basa el diseño. Asimismo, se puede utilizar el modelo para predecir los movimientos de las boyas y de las fuerzas dentro del sistema boya-amarra-cabo-ancla flotante.

El modelo numérico de un cronotopo puede simular un entorno consistente únicamente en una serie de ondas regular, única y bidimensional, un viento uniforme y constante y una corriente constante. Como el modelo simula una serie permanente de olas de altura constante ante el sistema de boyas -fenómeno que casi nunca habrá de suceder en el mar- se da por supuesto que los correspondientes movimientos y fuerzas de las boyas han de ser moderados, y los sistemas de boyas desplegados y en funcionamiento con resultados fructuosos indican que esta suposición es correcta.

El SCOR WG 88 ha analizado la elaboración de modelos numéricos de los resultados de los derivadores. Estimó que, si bien se han ideado modelos muy perfeccionados, su capacidad de simular la respuesta de las boyas a la deriva a las múltiples fuerzas ambientales que intervienen en el sistema de las boyas aún no goza de aceptación general. Se pueden utilizar mediciones bien documentadas de los resultados de los derivadores en condiciones reales para probar modelos, así como para elaborar directrices empíricas sobre diseño.

3.2 Los sensores

Los sensores más utilizados en las boyas a la deriva han sido los que miden la tensión subsuperficial y la presión barométrica. Aunque están en uso desde hace varios años, inclusive en el FGGE, en el que se emplearon más de 300 boyas dotadas de estos sensores, tanto los fabricantes como los usuarios de boyas deben seguir tomando precauciones para lograr mediciones exactas y seguras. A fin de medir la presión barométrica con precisión suficiente para estimar los vientos geostroficos, hay que prestar mucha atención a la elección del sensor de la presión y al diseño de la entrada de la presión o portillo. Aún resulta difícil lograr, y más difícil todavía verificar, una exactitud de 1 hPa durante el periodo de actividad de la boya.

Es muy sencillo medir la temperatura del agua a poca profundidad en torno al casco de la boya y las técnicas habituales alcanzan una precisión de $\pm 0,1^\circ \text{C}$. Un fabricante tropezó con problemas de fiabilidad debido a que el estuche del sensor de temperatura estaba fabricado con un material que reaccionaba electroquímicamente con el casco de la boya y por lo tanto se corroía, lo que disminuía la duración del sensor. Otros fabricantes han evitado los problemas de esa índole colocando el sensor de temperatura en el interior de la boya, en contacto térmico con el casco metálico. Es muy difícil evaluar la exactitud de las observaciones de temperatura efectuadas en el mar mediante boyas porque los sensores de éstas difieren de los sensores tradicionales por lo que hace a las constantes temporales y la profundidad.

Actualmente se dispone de sensores de temperatura del aire que se utilizan en boyas desplegadas en la red TOGA del hemisferio meridional. Son seguros y exactos.

Se ha adelantado considerablemente en la elaboración de sistemas para obtener medidas de la temperatura del agua subsuperficial y hoy en día dichos sistemas pueden funcionar con seguridad durante varios meses. El problema principal es mantener la estanqueidad de los módulos de presión y temperatura a lo largo de todo el cabo. Además, los mordiscos de los peces en el cabo de los termistores pueden hacer que mengüe la capacidad de medición. Con todo, se han realizado observaciones precisas hasta una profundidad de 600 metros.

Ya es posible medir la velocidad del viento a partir de boyas a la deriva, aunque la fiabilidad de los sensores sólo dura unos meses. Los sistemas de medición de la velocidad del viento se han verificado mediante boyas amarradas y en experimentos operacionales. Se compararon las velocidades del viento registradas por un derivador próximo al huracán con las registradas mediante aeronaves, y se comprobó que correspondían aproximadamente (2). Actualmente se puede, mediante distintas técnicas, medir la dirección del viento, requisito importante para las boyas a la deriva destinadas a efectuar previsiones meteorológicas en los trópicos.

Los resultados de las Pruebas y Evaluaciones de Desarrollo de las mediciones del oleaje a partir de boyas a la deriva han sido muy alentadores y en breve serán operacionales. Habida cuenta de la semejanza de tamaño y respuesta al desplazamiento vertical entre las boyas a la deriva tradicionales y las boyas para medir el oleaje existentes en el mercado, como la Waverider, estos sistemas ya comprobados operacionalmente pueden adaptarse con facilidad para su empleo en derivadores polivalentes. Asimismo, si se desea, se pueden utilizar las boyas de medición del oleaje disponibles en el mercado, equipadas con los transmisores para satélite adecuados, conforme a una modalidad de deriva libre.

Uno de los principales problemas que plantean los sensores de las boyas a la deriva es el de determinar su precisión en condiciones reales de funcionamiento. Por lo común, las boyas se despliegan en zonas remotas, donde son muy escasas las fuentes de datos que suministran datos de manera más convencional mediante técnicas para efectuar comparaciones. Las características de la toma de muestras de los sensores de las boyas pueden diferir de las de los sensores transportados en el barco que lanza las boyas hasta tal punto que las comparaciones resulten difíciles, aunque se sigan procedimientos especiales. Así, por ejemplo, un sensor que funcione perfectamente en el momento de lanzado, puede desviarse o fallar levemente al cabo de pocos meses. Al planear los programas de boyas a la deriva en zonas remotas, no debe perderse ninguna oportunidad de obtener datos mediante los cuales verificar los resultados obtenidos por los sensores de las boyas.

El Cuadro 1 procede en parte de (5) y fue ampliado por el Relator. Puede utilizarse a modo de guía para las necesidades en materia de detección. La exactitud general del sistema coincide con la que puede mantenerse en toda lógica tras el despliegue, mediante un programa de control de calidad de los datos operacionales. La capacidad se tomó de numerosas especificaciones, tanto nacionales como internacionales y se modificó con arreglo a la experiencia alcanzada en materia de control de la calidad de los datos de las boyas.

En el Apéndice D del Informe Final de la Primera Reunión del Grupo de Trabajo sobre Mediciones de la Superficie de la Comisión de la OMM de Instrumentos y Métodos de Observación (CIMO), celebrada en Munich del 13 al 16 de abril de 1987, figuran las exigencias en materia de precisión para las mediciones meteorológicas de la superficie y se sugieren las características conexas que deberían reunir los resultados de los sensores utilizados en las estaciones meteorológicas automáticas. Los valores de precisión son algo más reducidos que en el cuadro siguiente y puede resultar optimista aplicarlos a boyas a la deriva que hayan estado en el mar durante un número considerable de meses.

Cuadro 1

Capacidad de Detección Mínima del Sistema de las Boyas
a la Deriva Normalizadas para la Obtención de Datos Meteorológicos

	<u>Alcance de la información</u>	<u>Resolución de la información</u>	<u>Intervalo de las muestras</u>	<u>Periodo de las muestras</u>	<u>Precisión total del sistema</u>
<u>Elementos operativos</u>					
Presión barométrica	900 - 1050 hPa	0,15 hPa	4 s	1-10 min	± 1 hPa
Temperatura del aire	-40° a 50°C	0,1°	Instant.	Instant.	± 1°C
Temperatura de superficie y de subsuperficie del mar	-5° a 35°C	0,16°C	Instant.	Instant.	± 0.5°C
Velocidad del viento	0-40 m/s	1 m/s o 10%	1 segundo	10 minutos	± 1 m/s o 10%
Dirección del viento	0-360°	10°	1 segundo	10 minutos	± 15°
Altura significativa de las olas	0-20 m	0,1 m	0,67 s	20 minutos	± 0.5 m
Periodo de las olas	2-20 s	1 s	0,67 s	20 minutos	± 1 s

Precisión del sistema - Los valores positivos o negativos especifican que el error no será superior al valor anotado el 99,7% del tiempo. Estas precisiones se refieren al sistema y, por consiguiente, incluyen tanto el procesamiento de la señal como los errores de detección. El ámbito de precisión de un sensor determinado puede ser muy pequeño; no obstante, habida cuenta de la larga experiencia adquirida en la comparación de sensores dobles con boyas ancladas, la precisión establecida para el sistema se ajusta a la realidad. El mejor instrumento de control de calidad de los sistemas de medición automatizada en los ambientes marinos inhóspitos de los que se dispone de pocos datos es la comparación de sensores del mismo tipo montados en la misma plataforma. Con el sistema de un solo sensor, la calidad de los datos resulta menos exacta, por lo que es difícil alcanzar la precisión deseada.

Vientos - La OMM recomienda que para fines meteorológicos se escoja un periodo medio del viento en el mar de 10 minutos. Se han efectuado pruebas que han demostrado que son aceptables promedios de 8 a 10 minutos e intervalos de muestreo de 1 a 4 segundos. Experimentos diversos pueden requerir que el periodo tomado como promedio sea diferente. En el caso de ráfagas de viento es conveniente que durante el periodo tomado como promedio se registre una velocidad máxima del viento de una duración comprendida entre 4 y 8 segundos.

Las especificaciones de precisión de TOGA en materia de boyas a la deriva son las siguientes:

Presión barométrica	± 1 hPa
Temperatura de superficie y de subsuperficie del mar	± 0,1°C
Velocidad del viento	± 1 m/s o 10%

3.3 Material electrónico

A continuación se describe el material electrónico típico de una boya a la deriva construida por la empresa Polar Research Laboratory (PRL) de Carpintería, California. Durante el FGGE se lanzaron 64 boyas PRL, y en la actualidad, en el marco del Programa TOGA, funcionan habitualmente 40 derivadores de esta clase. Desde luego, las boyas construidas por otros fabricantes serán diferentes, pero la explicación que figura a continuación se utiliza como ejemplo. En las boyas a la deriva PRL cada sensor se muestrea en cada ciclo transmisor, teóricamente cada minuto. La duración del muestreo de la presión barométrica es teóricamente de 60 segundos, y la del muestreo de las temperaturas del aire y del agua es de 160 milisegundos. La velocidad del viento puede medirse a intervalos deseados. La OMM recomendó el plazo de 10 minutos por término medio.

El equipo electrónico consiste en un microprocesador para el control del sistema y la obtención y tratamiento de datos, un sistema de energía regulada, sistemas de sensores y un transmisor UHF. En todo el conjunto se utilizan circuitos CMOS para consumir poca energía. El microprocesador adquiere los datos por medio de un subsistema analógico convertidor de A a D o una interfaz digital, y procesa, promedia y da forma a los datos, según convenga. El microprocesador dispone de un soporte lógico accionado a voluntad que permite seleccionar los diversos sensores que constituyen opciones uniformes y modos de procesamiento múltiples. El sistema cuenta con una referencia de voltaje de alta precisión.

El controlador del microprocesador proporciona la secuencia básica de las muestras de datos y los ciclos de transmisión. El periodo básico de todas estas secuencias se deriva de un oscilador a cristal cuya estabilidad no es inferior a 10^{-9} respecto de los límites de temperatura necesarios. Aunque esta estabilidad no se requiere para el ciclo de transmisión al ritmo de bits de los datos, es necesaria para mantener la precisión de la presión barométrica durante el periodo de muestreo de 60 segundos.

El transmisor UHF genera una señal estable de 401,65 MHz. El transmisor es impulsado por un oscilador a cristal de temperatura compensada (TCXO) que mantiene la frecuencia de transmisión dentro de $\pm 1,2$ kHz en los límites de temperatura necesarios. El TCXO está aislado térmicamente dentro de la boya para mantener la tasa de cambio de frecuencia con temperatura a menos de 10^{-8} Hz durante 20 minutos.

El sistema de energía de las boyas TOGA está formado por cinco grupos de baterías plomoalcalinas de 18 voltios que proporcionan un 25% de energía de reserva y un suministro de energía de tensión regulada.

El consumo de energía de la boya en reposo es de 2,5 miliamperios (mA) y el consumo máximo durante las transmisiones es por lo común inferior a 530 mA. El sistema de energía está previsto para mantener la boya en funcionamiento durante un año. Los cinco grupos de baterías que normalmente proporcionan energía a la boya pueden ampliarse hasta once para aumentar el tiempo de funcionamiento o instalar más sensores.

Los nombres de los fabricantes de terminales de transmisores de plataformas (PTT) aprobados se publican regularmente en los boletines CLS/Servicio Argos.

3.4 Anclas flotantes

La capacidad de las boyas a la deriva para representar las corrientes oceánicas se ve aumentada considerablemente por la utilización de anclas flotantes, que permiten incrementar la superficie de la muestra representativa del sistema de boyas a las profundidades en que deben medirse las corrientes. Las variedades más comunes son las anclas en forma de paracaídas y las anclas de persiana.

La deriva de la boya se produce como consecuencia de la suma de las fuerzas del arrastre del viento y el arrastre debido al movimiento de la boya, el ancla y el cabo del ancla con respecto al agua. Cuando el ancla flotante se encuentra a una profundidad en la que la corriente es bastante distinta de la existente en la capa de mezcla superficial, la situación se torna mucho más compleja. Las diferencias de dirección entre las corrientes de la capa superficial y las existentes a la profundidad en que se encuentra el ancla también pueden conducir a grandes errores respecto de la corriente registrada a esta profundidad.

El paracaídas se puede utilizar convenientemente como ancla flotante debido a su costo y peso relativamente bajos y a la amplia superficie que puede abarcarse con un paquete prelanzamiento compacto. Asimismo, dada la longitud del cordaje, la boya puede moverse con relativa libertad en dirección vertical como consecuencia del movimiento de las olas. En cambio, el despliegue es difícil, requiere una determinada deriva mínima a través del agua para permanecer abierto y, se corre el riesgo de que, una vez plegado, quede cerrado si se enreda el cordaje. En la mayoría de los casos en que se han utilizado paracaídas, se han desplegado a profundidades superiores a 30 metros.

El ancla flotante de persiana se parece a una vela rectangular suspendida de un cabo sujeto a la verga superior; así pues, permanece desplegada incluso cuando no se mueve en relación con el agua, lo cual es una ventaja. Además, es relativamente compacta y puede empacarse fácilmente con la boya cuando las tablillas del ancla son más cortas que el casco de la boya. Su principal inconveniente reside en su resistencia al movimiento vertical que, cuando hay olas, tiene por consecuencia cargar un fuerte peso sobre la boya, el cabo de apoyo del ancla y la propia ancla. Para reducir este efecto es preciso que el cabo de apoyo del ancla pueda estirarse o ceder lo suficiente. Este problema es probablemente más grave en el caso de las anclas paracaídas.

Existen muchos otros tipos de anclas flotantes: en forma de calcetín (un cilindro vertical hecho de tejido con aros abiertos en los extremos), diversos modelos de material rígido y cuerdas de gran longitud con pesos en el extremo libre. Los cabos de los termistores utilizados para medir la temperatura subsuperficial pueden servir de anclas flotantes.

El problema más crítico con respecto a las anclas flotantes es que pueden dejar de funcionar antes de que lo haga la boya. En muchos casos no es posible detectar con certeza el punto de la trayectoria de la boya en el que se ha perdido el ancla. Se han utilizado diferentes principios para tratar de fabricar un sensor que indique si el ancla todavía está fija, pero los resultados obtenidos no son universalmente válidos.

4. FUNCIONAMIENTO DE LAS BOYAS A LA DERIVA

4.1 Logística

Independientemente de la eficiencia del sistema de telemetría de datos utilizado para obtener, procesar y analizar datos del medio ambiente procedentes de zonas remotas, es preciso adquirir, calibrar e instalar, en regiones del globo no fácilmente accesibles, plataformas capaces de detectar el medio ambiente. La coordinación por medio de una sola organización operativa es un factor importante para reducir al mínimo las dificultades. Su principal resultado es la utilización más eficaz de los recursos. En la mayoría de casos puede lograrse una entrega oportuna. Para que una organización realice la coordinación es preciso que asuma la autoridad operativa, esté informada de los recursos con que se cuenta para el despliegue, mantenga relación con los organismos participantes y conozca los calendarios de entrega de los sistemas sensores, así como el lugar y la fecha en que se procederá a su lanzamiento.

Además de los factores que intervienen en el solo hecho de enviar un conjunto de sensores a un lugar determinado, debe tenerse en cuenta el mecanismo de lanzamiento o establecimiento de la estación de observación. También en este caso es conveniente coordinar las técnicas de concepción y despliegue ya que ello permite formar a un grupo dedicado a esta tarea que, con el tiempo, puede capacitar a otras personas. Por ejemplo, las boyas a la deriva requieren básicamente el mismo tipo de montaje, comprobación del sistema y material si se despliega tanto desde buques como desde aeronaves. La principal diferencia reside en el equipo de paracaídas necesario para el lanzamiento aéreo. Un sistema automatizado común de entrega simplifica considerablemente el trabajo sobre el terreno y garantiza el éxito de los lanzamientos. La tarea de los buques es la más difícil en la práctica, ya que cada uno distribuye de manera distinta el espacio en cubierta y tiene diferentes prioridades y equipo, incluso en buques del mismo tipo. En cambio, las aeronaves están más normalizadas. El lanzamiento desde un C130 o un C141 es básicamente igual. Las restricciones en este caso se deben principalmente a la capacidad de carga, la autonomía de vuelo y el costo. En la región del Artico, la mayor parte de las zonas pueden cubrirse con aparatos C130 ó C141. Asimismo, en muchas zonas del Artico pueden utilizarse con eficacia otras aeronaves para cargas más pequeñas.

En todos los casos, para conseguir la utilización más eficaz de los recursos de lanzamiento disponibles se requiere una rígida coordinación de las actividades y un enérgico mando y control de la cooperación logística desde un solo punto. Por ejemplo, el National Data Buoy Center (NDBC) de los Estados Unidos utilizó este tipo de mecanismo para instalar gran número de boyas a la deriva en todo el hemisferio sur dentro del Programa TOGA. Todas las boyas se instalaron oportunamente utilizando buques de varios países. Antes de iniciar el despliegue se negociaron memorandos de acuerdo con los países participantes. Se concertaron zonas de instalación de las boyas en Australia, Nueva Zelandia, Sudáfrica, el Reino Unido y América del Sur. Las boyas se trasladan a las zonas de instalación en transportes comerciales de superficie o por

medio del Military Sealift Command y el Military Airlift Command. Fundamentalmente, toda la operación se realiza con un costo mínimo gracias a la coordinación existente.

4.2 Técnicas de lanzamiento

Para transportar plataformas a zonas de instalación remotas y efectuar lanzamientos sobre el terreno han sido y son rentables dos métodos: los buques y las aeronaves. En (4) figuran ejemplos de instrucciones para lanzar los dispositivos desde ambos tipos de vehículos.

4.2.1 Lanzamiento desde buques

El lanzamiento desde buques no se ajusta a ninguna norma especial, como no sea la de tomar precauciones para que al arrojar la boya por la borda no se dañe el equipo ni se hiera la tripulación. Los buques se vienen utilizando con gran éxito para esta operación, cuyo elemento más crítico e imprevisible es el meteorológico. La flexibilidad en la elección de los lugares de lanzamiento facilita la operación, permitiendo a los buques evitar las condiciones peligrosas y cumplir su cometido en un plazo mínimo. Esto debe tenerse en cuenta al prever los recursos y, en lo posible, adaptar los lanzamientos al calendario operativo del buque. Las boyas pueden lanzarse desde el yugo de popa o mediante una grúa o serviola elevada, como puede verse en las ilustraciones 1 y 2. Las boyas a la deriva pueden resistir caídas de aproximadamente 12 metros sin mengua de su funcionamiento, por lo que se recomienda el despliegue manual ya que la utilización de una grúa o serviola puede aumentar el riesgo de daños durante esa operación.

La Oficina Australiana de Meteorología ha llegado a la conclusión de que la tripulación no tiene tiempo ni ganas de enfrascarse en una larga y premiosa lectura de los procedimientos de despliegue; así pues, las indicaciones más eficaces que pueden proporcionarse a los buques que colaboran ocasionalmente consisten en una simple hoja de instrucciones ilustrada, como la que se reproduce en el Anexo II.

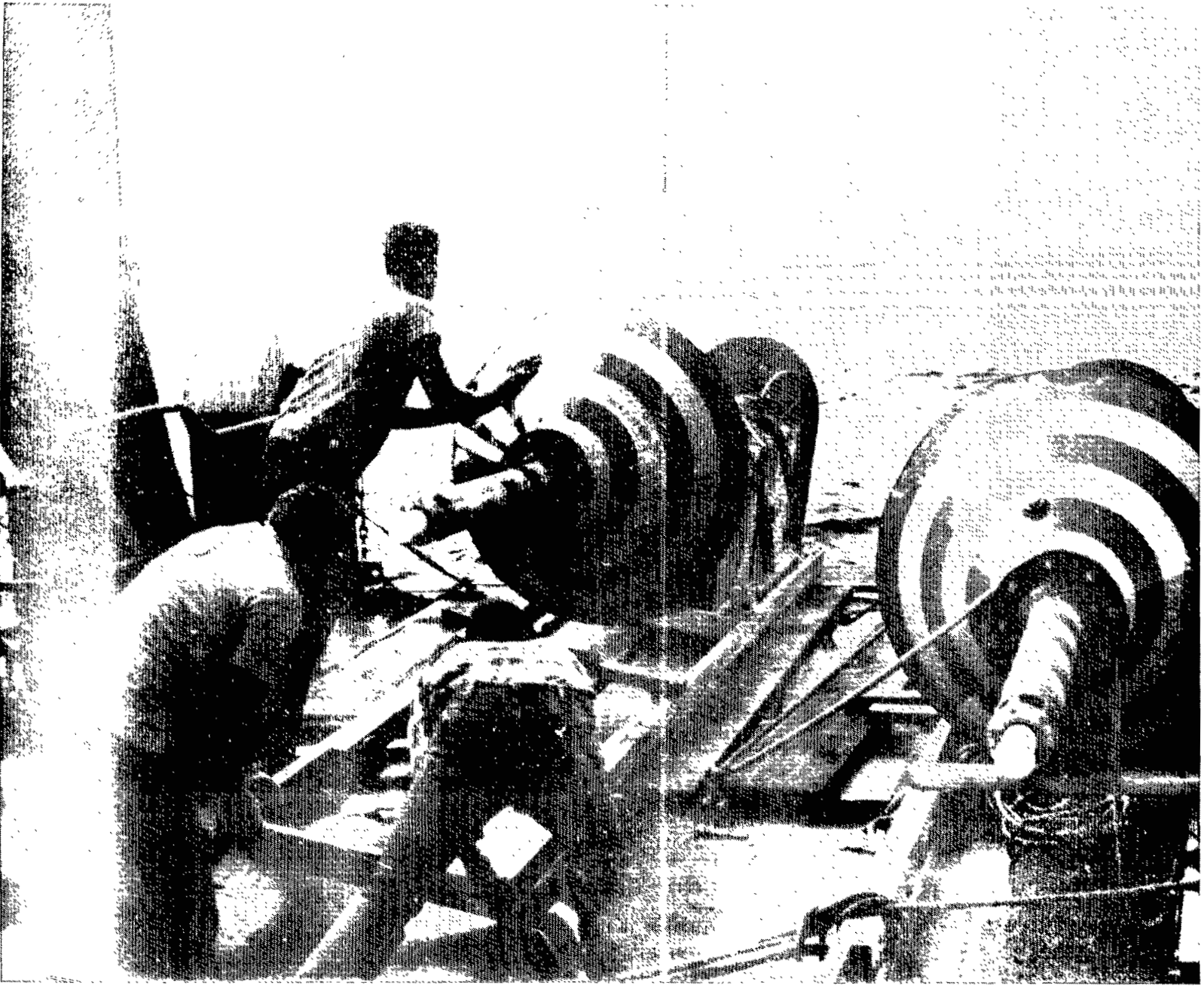


Ilustración 1. Lanzamiento de una boya por el yugo de popa del buque.



Ilustración 2. Lanzamiento de una boya mediante una grúa o serviola elevada.

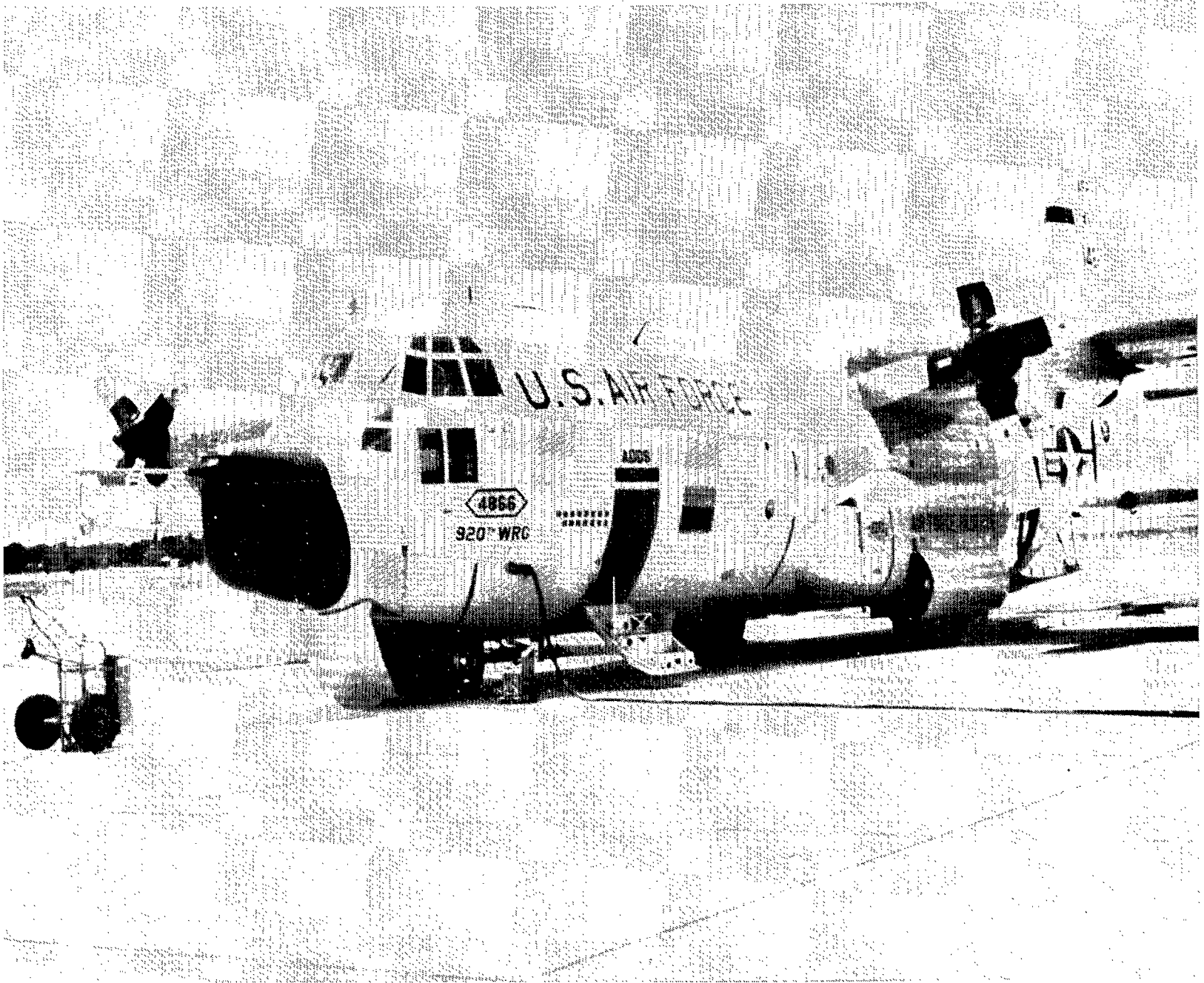
4.2.2 Lanzamiento desde aeronaves

Las aeronaves desempeñan una importante función en el reconocimiento del medio ambiente: a lo largo del tiempo se han empleado diversos tipos y clases para estudios oceanográficos y geofísicos, reconocimiento meteorológico y logística. Han pasado a ser, además, un recurso muy útil en el despliegue de boyas a la deriva para la obtención de datos desde que en 1978 y 1979 se iniciaron tales operaciones desde aparatos C141 durante el FGGE. La evolución reciente se ha caracterizado por los experimentos operacionales destinados a desplegar sistemas de boyas a la deriva antes de que se produzca un huracán (2).

Las aeronaves constituyen un recurso intrínsecamente flexible dotado de velocidad, procedimientos de instalación uniformes, personal capacitado para efectuar el lanzamiento y, en algunos casos, la lectura y la validación sobre el terreno del funcionamiento de los sensores mediante la comparación con datos básicos de la boya obtenidos a bordo de la aeronave. La U.S. Air Force ha establecido y certificado para las boyas a la deriva procedimientos de lanzamiento desde aeronaves de tipo C130 y C141 (ilustraciones 3 y 4) que se reproducen en (4). Asimismo, pueden lanzarse boyas más pequeñas desde las puertas de salida o las utilizadas por los paracaidistas de prácticamente todo tipo de aeronaves. Es posible que las presentes actividades de desarrollo den por resultado un sistema desechable que se pueda instalar por medio de lanzadores de sonoboyas de tamaño normalizado como las que se describen en 3.1, lo cual simplificaría considerablemente las operaciones logísticas y de despliegue.

Los procedimientos para el despliegue de boyas y otros instrumentos por medio de aeronaves son muy técnicos y sólo dan resultado después de considerables pruebas y evaluaciones. No sólo es preciso tener en cuenta la seguridad de la tripulación sino también evaluar las características de vuelo (o de navegación) por lo que hace a los objetos que han de desplegarse. Estas evaluaciones ya se han realizado en lo que respecta a las boyas a la deriva que reúnen datos sobre el hielo y a las del tipo necesario para el FGGE, así como al equipo de los dispositivos tipo sonoboya. El FGGE proporcionó la base y la financiación que se necesitaban para las boyas de mayor tamaño. Con el tiempo, gracias a su utilización operativa por la marina, se ha desarrollado y aprobado el sistema de lanzamiento de sonoboyas.

Ilustración 3. Aeronave del tipo C-130.



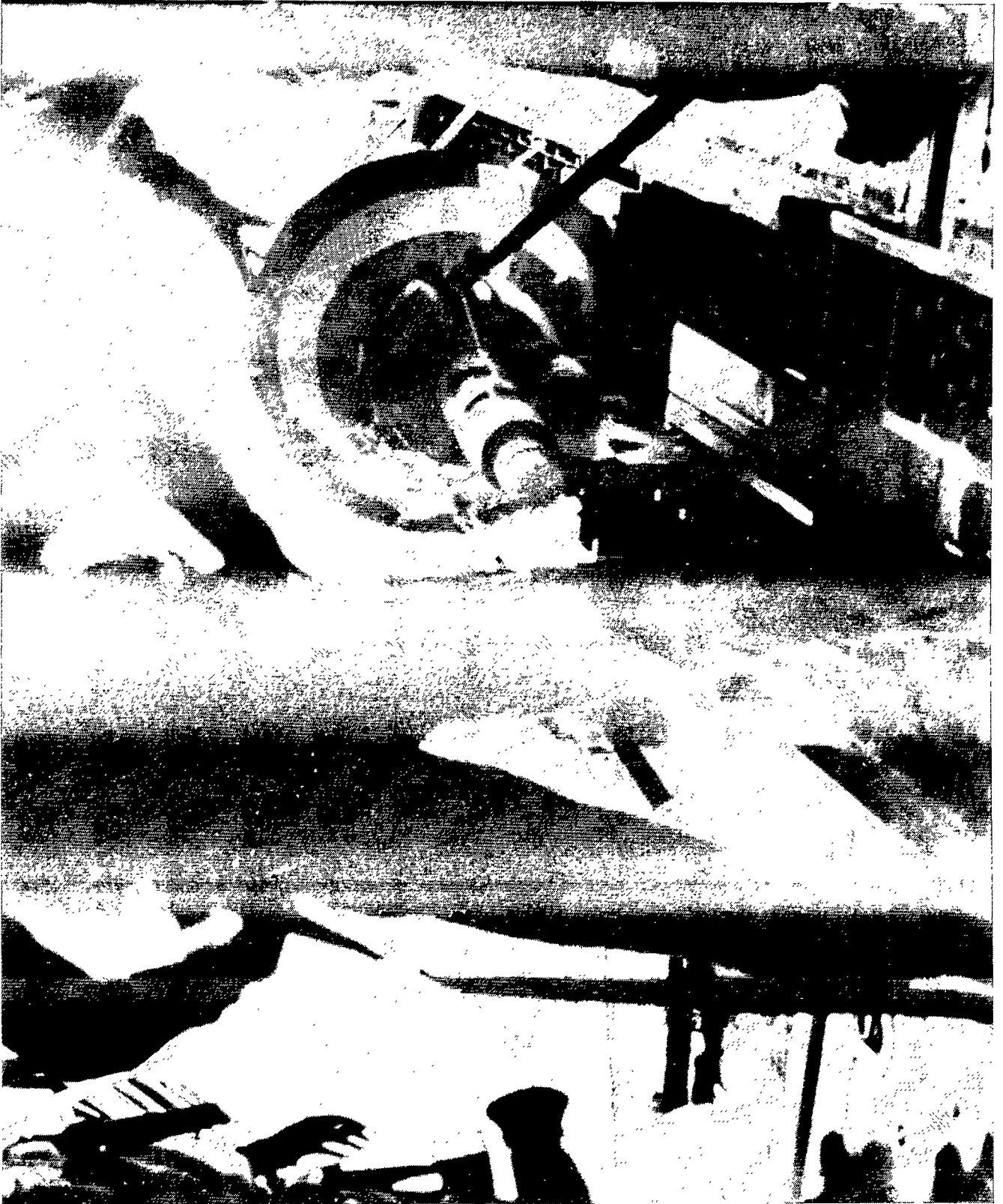


Ilustración 4. Boya dispuesta para el lanzamiento desde el aire.

5. TELEMETRIA, TRATAMIENTO Y DIFUSION DE LOS DATOS

5.1 CLS/Servicio Argos

5.1.1 Finalidades del Sistema Argos

El Sistema Argos fue diseñado con la finalidad primordial de ubicar plataformas fijas o móviles y acopiar datos ambientales procedentes de las mismas. El sistema es una empresa cooperativa del Centre National d'Etudes Spatiales (CNES, Francia) y la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, Estados Unidos de América) cuyo objeto es prestar un servicio operacional para toda la duración del programa de satélites TIROS/NOAA, es decir, por lo menos hasta 1996.

La gestión del sistema está a cargo del CLS, creado a principios de 1986 como entidad subsidiaria del organismo espacial CNES y el instituto oceanográfico IFREMER, ambos de Francia. El CLS tiene a su cargo el Centro de Procesamiento Mundial de Francia (FRGPC) instalado en Tolosa y se ocupa de las relaciones con todos los usuarios con excepción de los de América del Norte. La filial estadounidense del CLS, Service Argos Inc., tiene a su cargo el Centro de Procesamiento Mundial de los Estados Unidos de América (USGPC) de Landover, Maryland, y se ocupa de todos los usuarios de los Estados Unidos de América y el Canadá. Todo programa nuevo que utilice el Sistema Argos debe ser objeto de una aprobación formal por el Comité Mixto de Operaciones del Argos CNES-NOAA.

El Sistema Argos está integrado por:

- i) Un conjunto de plataformas, fijas o móviles, instaladas por los usuarios en el mar, la tierra o el aire, que transmiten en forma independiente. Cada plataforma está integrada por los sensores, los aparatos electrónicos de tratamiento y el PTT de Argos;
- ii) Dos satélites del NOAA en órbita simultánea, cada uno de los cuales tiene a bordo un sistema de acopio y ubicación de datos (DCLS), que reciben los mensajes del PTT según un acceso al azar, y luego someten los datos a los procedimientos de separación, codificación cronológica y ubicación en formularios y los retransmiten a las estaciones terrestres;
- iii) Las estaciones terrestres y los dos Centros Mundiales de Tratamiento ubicados en Tolosa (Francia), y Landover, Maryland (Estados Unidos de América) donde los datos son recuperados, procesados y distribuidos a los usuarios. Cada Centro puede asumir toda la carga operacional de trabajo si el otro deja de funcionar.

Una descripción completa de la utilización del Sistema Argos figura en (7).

5.1.2 El Terminal de Transmisión de la Plataforma (PTT)

Un PTT comprende una antena, un modulador de alta frecuencia (RF) y amplificador de potencia, una dotación lógica de generación de mensajes, una unidad de interconexión del sensor, un oscilador ultraestable y una fuente de energía.

Las especificaciones de alta frecuencia son las siguientes:

- i) Frecuencia de transmisión: todos los PTT transmiten en la misma banda de frecuencia de 401.650 MHz \pm 3.2 kHz;
- ii) Secuencia de transmisión: cada PTT transmite a intervalos regulares. En el caso de las boyas a la deriva, el intervalo de repetición es, por lo general, de 60 a 120 segundos. Cada segmento de transmisión tiene una duración que depende de la extensión del mensaje, pero es siempre inferior a un segundo (360 a 920 milisegundos);
- iii) Potencia radiada: nunca supera los 2 W, lo que permite utilizar fuentes eléctricas de baja potencia, por ejemplo pilas e incluso células solares;
- iv) Técnica de modulación: la portadora es una onda L-PSK de fase escindida, modulada por una señal de PCM de 400-Hz.

La estabilidad del oscilador de un PTT puede ser de corto plazo, de plazo medio y de largo plazo, y es de gran importancia para la exactitud de la ubicación. Así pues, antes de utilizar el Sistema Argos, es necesario satisfacer sus normas en la materia.

5.1.3 Sistema de Acopio y Ubicación de Datos de Argos (DCLS)

El DCLS de Argos a bordo de los satélites está equipado con receptores que recogen los mensajes transmitidos por las plataformas al alcance del satélite. La separación cronológica de los mensajes se logra gracias a la asincronización de las transmisiones y la utilización de diferentes periodos de repetición. En cuanto a su frecuencia, la separación de los mensajes se logra por medio de diferentes desplazamientos Doppler en la frecuencia de la onda portadora recibida de los diferentes PTT. El DCLS de Argos puede captar hasta cuatro (ocho, según el NOAAK) mensajes simultáneos, siempre que estén separados en su frecuencia.

Para asegurar su compatibilidad con los equipos de Argos a bordo y no interferir con el resto de los PTT, todo diseño de PTT debe ser aprobado por el CLS/Servicio Argos. Para cada nuevo PTT que se diseñe, la aprobación se basa en el análisis del diseño y en ensayos de certificación de tipo. La certificación de tipo debe ser obtenida por el fabricante del PTT; las pruebas de certificación están a cargo del CLS/Servicio Argos de Tolosa. Cuando su PTT ha pasado con éxito la prueba de certificación, el fabricante recibe un certificado de tipo.

Cada satélite capta instantaneamente, en todo momento, un área del globo de unos 5.200 kms de diámetro, en el supuesto de que la línea visual hacia el satélite sea de 5 grados sobre el horizonte. A medida que el satélite recorre su órbita, el curso de ese círculo sobre la tierra produce un cinturón de 5.200 kms de diámetro que rodea el globo. En cada órbita, ese cinturón abarca el Polo Norte y el Polo Sur.

5.1.4 Estaciones terrestres

El National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS, Estados Unidos de América) tiene en funcionamiento dos estaciones de comando y adquisición de datos (CDA), una en Wallops Island, Virginia y la

otra en Gilmore Creek, Alaska, ambas en los Estados Unidos de América. En virtud de un acuerdo de cooperación entre el NESDIS y el Centre de Météorologie Spatiale de Francia, los datos almacenados son recibidos en Lannion, Francia.

Ambas estaciones CDA y la estación de Lannion envían los datos recibidos al servicio de tratamiento de datos de NESDIS ubicado en Suitland, Maryland (Estados Unidos de América) por medio de satélites geoestacionarios. Gracias a estas tres estaciones de telemetría, los satélites pierden contacto con la tierra durante no más de un periodo orbital por día.

En Suitland, los datos Argos son separados de los de otros equipos de satélites y transmitidos a los GPC de Argos situados en Tolosa y Landover por medio de un enlace permanente.

5.1.5 Sistema de tratamiento de datos Argos

En los GPC se cumplen las siguientes tareas de tratamiento:

- i) Decodificación de los mensajes procedentes de las PTT y procesamiento de los datos recogidos con los sensores;
- ii) Estimación de la ubicación de los PTT a partir de los deslizamientos Doppler y los datos orbitales;
- iii) Almacenamiento de todos estos resultados del tratamiento en archivos informáticos.

El tratamiento de los datos de los sensores por los GPC de Argos se subdivide en tres etapas:

- i) El pretratamiento de los datos de los sensores, que consiste fundamentalmente en la compresión de mensajes idénticos seguido de la codificación cronológica de los mensajes en tiempo universal coordinado (TUC);
- ii) El tratamiento normalizado de los datos de los sensores, que consiste en la conversión de los dígitos binarios en unidades definidas por los usuarios; los datos de cada sensor se procesan en forma independiente de los de los demás;
- iii) El tratamiento especial de los mensajes de los PTT que en el tratamiento normalizado no se pueden convertir en unidades definidas por los usuarios: cada procedimiento de tratamiento especial está íntegramente definido por el usuario y se refiere a la totalidad del campo de datos recogidos con los sensores.

Para que resulten compatibles con las dotaciones lógicas de los GPC de Argos encargados de procesar los datos recogidos con los sensores, tales datos deben satisfacer las normas siguientes:

- i) Los datos de sensores que integran un mensaje de PTT pueden contener de 1 a 8 bloques de 32 bitios cada uno;
- ii) Un PTT puede tener de 1 a 32 sensores;
- iii) Cada sensor puede generar de 1 a 32 bitios inclusive, siempre que se reúnan las condiciones antes mencionadas;

- iv) Para que los datos se distribuyan en el SMT, su formato debe ajustarse a la dotación lógica de codificación meteorológica de los GPC de Argos.

La producción de la dotación lógica de codificación meteorológica en el formato de codificación FM 14-VIII DRIBU de la OMM no se almacena, sino que se transmite directamente a la dirección de la Météorologie Nationale de Paris (Francia) y al Servicio Meteorológico Nacional de los Estados Unidos de América, responsables de su difusión por medio del SMT.

5.2 Terminales de Usuarios Locales (LUT)

Un LUT es un sistema de recepción de datos enviados por satélites, por medio del cual el usuario local puede obtener datos en tiempo real provenientes de plataformas equipadas con sensores y un PTT que transmite por medio de los DCLS de Argos montados a bordo de los satélites de la NOAA.

Un mensaje con datos procedentes de una plataforma puede tener una extensión variable en función del número de grupos sensores. La información sobre ubicación se consigna a partir de los deslizamientos Doppler inversos producidos en la frecuencia de la onda portadora de la plataforma recogidos por el satélite. El satélite recibe y procesa los datos recibidos de la plataforma, los combina con datos obtenidos de otros instrumentos y con la información Doppler y los retransmite inmediatamente en una de las dos frecuencias de enlace de ondas métricas (VHF).

El LUT ejecuta cuatro funciones principales: la obtención, almacenamiento, tratamiento y distribución de datos. Puede recibir datos de cualquier PTT que esté en línea directa con el satélite y el LUT al mismo tiempo.

El LUT puede obtener y tratar datos de hasta 200 PTT por paso del satélite. La fijación de la posición de un PTT se realiza con un margen de error de 1 a 2 kms y es posible transmitir hasta 256 bits de datos recogidos con los sensores.

En la actualidad, el GLS/Servicio Argos se ocupa de la recuperación mundial de los datos y de su tratamiento. El LUT tiene la función de recibir, desconmutar, procesar y distribuir los datos del DCLS en tiempo real recibidos de las plataformas a su alcance.

Los primeros LUT se establecieron a fines de la década de 1970. Empleaban minicomputadoras que efectuaban el tratamiento y acopio de datos, así como el control direccional de las grandes antenas de localización.

Los numerosos progresos técnicos alcanzados en materia de diseño de antenas, preamplificadoras, receptores, microprocesadores y comunicación de datos han reducido el volumen y mejorado el rendimiento de estos sistemas. En la actualidad, se cuenta con sistemas de antenas fijas y conjuntos modulares que un técnico puede instalar y poner en funcionamiento en menos de dos horas. Un LUT cuesta aproximadamente 35.000 dólares de los Estados Unidos por unidad.

5.3 Disponibilidad de los datos en tiempo real

El concepto de "tiempo real" suele ser mal entendido (las diferentes interpretaciones dependen de que el lector/autor sea un investigador o un encargado de efectuar predicciones operacionales; un meteorólogo o un oceanógrafo). Cabe formular una definición estricta que sea al menos válida en el presente contexto.

Definición: La disponibilidad en tiempo real requiere una accesibilidad oportuna a los datos para su utilización en la modelización numérica y la predicción meteorológica de alta mar. En el ámbito del mar abierto (boyas a la deriva), esto significa por lo general que los datos están disponibles en un lapso de tres horas a partir del momento de la observación; pero esto puede variar según el centro de predicción.

Los datos recogidos con boyas a la deriva procesados por el CLS/Servicio Argos ingresan al Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) por medio de los accesos de telecomunicación situados en París y Washington. Para que puedan ser difundidos por el SMT, los datos de Argos deben reunir las siguientes condiciones:

- i) Para incorporar los datos al SMT se debe contar con el acuerdo formal previo de Argos y los datos recogidos con los sensores deben presentar interés ambiental;
- ii) Los datos se deben transmitir en el formulario de código de la OMM apropiado: FM 14-VIII DRIBU, FM 13-VIII Ext. SHIP, o FM 63-VIII Ext. BATHY;
- iii) Los datos recogidos con los sensores en el PTT se deben codificar en la secuencia especificada por el CLS/Servicio Argos;
- iv) El operador del PTT debe informar al CLS/Servicio Argos del momento en que el PTT inicia sus operaciones;
- v) El servicio meteorológico que solicita la transmisión por medio del SMT debe notificar al servicio meteorológico de Francia o al de los Estados Unidos de América.

Según varios estudios la recepción de datos recogidos con boyas a la deriva transmitidos por medio del SMT no siempre tuvo lugar en plazos apropiados para efectuar análisis sinópticos meteorológicos. En el Anexo II, se puede ver que en Australia y Nueva Zelandia los mensajes DRIBU se reciben hasta 6 horas después del momento de observación.

Para mejorar la puntualidad de los datos, ha sido perfeccionado el Centro Mundial de Tratamiento de Argos en Francia (FRGPC), situado en Tolosa, y se ha creado un nuevo Centro Mundial de Tratamiento en los Estados Unidos (USGPC), en Landover, Maryland, cerca de la ciudad de Washington. Gracias a esos servicios se reducirá el tiempo necesario para incorporar los datos al SMT. Por otra parte, el USGPC trata inmediatamente, para los usuarios de América del Norte, los datos recibidos por las estaciones de lectura de salida situadas en Gilmore Creek, Alaska, y Wallops Island, Virginia. El FRGPC también procesa los datos de lectura de salida en ondas métricas (VHF) recibidos en Tolosa. Así gran parte de los datos recibidos del hemisferio septentrional están disponibles para su incorporación al SMT menos de 20 minutos después del momento de observación. Se tiene el proyecto de acrecentar la cantidad de datos de lectura de salida que se procesan mediante el Sistema Argos.

5.4 Calidad de datos

5.4.1 Antecedentes

Se han efectuado progresos evidentes en el desarrollo de las técnicas numéricas de predicción. Pero el mejoramiento de la predicción operacional puede tropezar con graves inconvenientes debido a la amplitud insuficiente de

los datos actuales y a la escasa calidad de algunos de ellos. Los informes de boyas a la deriva incorporados al SMT no han sido sometidos a un control formal de calidad antes de transmitirlos mediante el SMT o ingresarlos a los modelos numéricos. Como consecuencia, se están distribuyendo en todo el mundo datos de calidad dudosa que perjudican los análisis numéricos operaciones y los ficheros de archivo utilizados con fines de investigación.

En la segunda reunión del Panel de Cooperación sobre Boyas a la Deriva, celebrada en octubre de 1986, los participantes reafirmaron enérgicamente la necesidad de establecer en todo el mundo procedimientos de control de calidad de los datos en tiempo real obtenidos mediante las boyas a la deriva.

5.4.2 Situación actual

El FRGPC y el USGPC efectúan controles generales sobre los datos obtenidos con boyas a la deriva antes de difundirlos. Los datos deben encontrarse dentro de los límites siguientes:

- i) Presión, de 850 a 1.060 hPa;
- ii) Temperatura del aire, de -80°C a $+40^{\circ}\text{C}$;
- iii) Temperatura del agua, de -2°C a $+45^{\circ}\text{C}$;
- iv) Velocidad del viento, de 0 a 120 kts;
- v) Dirección del viento, de 0° a 360° ;
- vi) Tendencia de la presión, de 0 a 99,9 hPa.

Además, los datos que tienen más de 12 horas de antigüedad no son transmitidos.

El USGPC procesa datos de boyas a la deriva patrocinadas por los países de América del Norte y los transmite al Centro Meteorológico Nacional (NMC) para que se inserten en el SMT y alimenten el esquema de asimilación de datos del NMC.

Los datos obtenidos con boyas a la deriva son sometidos en el NMC a controles automatizados en tiempo real, en cuanto a su alcance y su continuidad temporal. Los controles se efectúan dentro de los 20 minutos de recibir los datos del USGPC. Los datos que aprueban esos controles son difundidos mediante el SMT y transmitidos en paralelo al NDBC junto con los señalizadores de error procedentes de los controles automatizados.

En el NDBC, los analistas meteorólogos examinan personalmente con la ayuda de la computadora todos los datos señalizados que no pasaron los controles automáticos para buscar la fuente de error y efectúan controles de calidad más estrictos, destinados a descubrir los errores que por su sutileza no pueden ser identificados por los controles automáticos de alcance y de continuidad temporal (véanse los párrafos 5.4.4 y 5.4.5). Cuando descubre el error y su causa, el meteorólogo del NDBC actualiza la ficha de situación de la boya en el NMC. La ficha de situación actúa simultáneamente con los controles de alcance y de continuidad temporal para eliminar o ajustar todos los datos subsiguientes provenientes de la plataforma que proporcionaba datos erróneos, antes de transmitirlos al SMT. En el NDBC se preparan además los datos obtenidos con boyas a la deriva sometidos a control de calidad para su archivo en forma de cintas magnéticas. Las cintas son enviadas todos los meses al Centro

Nacional de Datos Oceanográficos (NODC) y el Centro Nacional de Datos sobre el Clima (NCDC). En (1) y (3) se encontrarán detalles del control de calidad de los datos obtenidos con boyas a la deriva en los Estados Unidos de América.

5.4.3 Controles de calidad automatizados en tiempo real que se efectúan en el NMC/NDBC

Los controles de calidad automatizados en tiempo real consisten en controles de alcance y de continuidad temporal para las mediciones ambientales y en un control de aceleración para validar la posición. Las mediciones ambientales se refieren a los siguientes parámetros: presión a nivel del mar, temperatura del aire, temperatura del agua y velocidad y dirección del viento. En relación con la dirección del viento no se efectúan controles de continuidad temporal. Se está desarrollando la capacidad de aplicar controles de calidad a la altura y el ciclo de las olas.

Los límites y las desviaciones estándar correspondientes a cada estación (que se aplican en el control de la continuidad temporal) constituyen asientos de la base de datos que pueden ser rápidamente modificados desde el NDBC. Se aplican límites más estrictos y menores desviaciones estándar a los datos procedentes de los derivadores situados en los trópicos fuera de la zona de los ciclones tropicales. Cuando los derivadores se encuentran en la zona de los ciclones tropicales y en latitudes elevadas, se aplican a sus datos límites más amplios y mayores desviaciones estándar. En otras palabras, dichos límites se establecen y modifican según la región climática por que atraviesa el derivador.

Las aceleraciones se computan en las direcciones N-S y E-O. Si la aceleración es superior a 4 nudos ($0,0006 \text{ m/s}^2$) en uno u otro de los componentes, el informe se elimina de la distribución y no se utiliza en las estimaciones de aceleración ulteriores.

Las estaciones o las mediciones individuales se eliminan de la distribución mediante un señalizador de base de datos establecido por el NDBC. Los datos que por cualquier motivo no son difundidos se envían al NDBC bajo un encabezamiento de comunicación administrativa separado. Los datos, clasificados en el NDBC según la estación y el momento, se integran en un informe que lleva el nombre de "informe de control de la calidad de los datos obtenidos con boyas a la deriva". Es posible ajustar los datos con arreglo a un valor constante. Los datos inaceptables son transmitidos como barras o grupos ausentes, según la convención de codificación. No se utiliza el grupo "61616", previsto en el DRIBU para la información sobre calidad de los datos.

Los controles de calidad en tiempo real consisten en controles de alcance (los límites superior e inferior entre los que deben encontrarse los datos) y de continuidad temporal (diferencias absolutas entre el valor actual y el valor anterior más reciente). Primero se efectúan los controles de alcance y luego los de continuidad temporal.

Sólo se efectúa el control de continuidad temporal si el valor anterior fue aprobado en ese control. El valor anterior puede datar de más de una hora, por lo que el algoritmo de control de la continuidad temporal es función del tiempo, a saber,

$$\text{Maxdelta} = 0,58$$

— elemento

$$\sqrt{\Delta T}$$

donde: Maxdelta es la modificación máxima permisible en una medición, el elemento — es la desviación estándar de cada parámetro (una constante) y ΔT es la diferencia cronológica en horas.

A continuación se presentan, en forma de cuadro, el límite superior, el límite inferior y el elemento σ de cada parámetro en la mayoría de las estaciones de boyas. Ya se dijo que los límites varían según el lugar.

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	σ ELEMENTO
Presión a nivel del mar	hPa	905.0	1060.0	21.0
Temperatura del aire	°C	-14.0	40.0	11.0
Temperatura del agua	°C	-2.0	40.0	8.6
Velocidad del viento	m/s	0.	60.0	25.0
*Altura de las olas	m	0.	15.0	6.0
*Ciclo de las olas (tanto el dominante como el medio)	s	1.95	26.0	31.0

* De los derivómetros ("drifters") aún no se obtienen datos sobre la altura y el ciclo de las olas.

5.4.4 Evolución ulterior (establecimiento de un control en tiempo real en el OPC/NMC)

En 1988, el Centro de Productos del Océano (OPC) del NOAA, que tiene la misma sede que el NMC, establecerá un programa de control de calidad en tiempo real para datos obtenidos de buques y de boyas a la deriva. Las observaciones serán sometidas a un análisis computadorizado de rutina en relación con la validez de los formatos y la señal de llamada de la plataforma; se examinará su alcance y coherencia interna; se efectuarán los controles de continuidad temporal; se compararán los datos con los ámbitos numéricos de predicción, y se eliminarán los informes duplicados.

Las observaciones que hayan pasado estas pruebas computadorizadas se enviarán sin demora al SMT y a los ficheros numéricos de asimilación, en tanto que las que no las pasen serán examinadas por los meteorólogos del OPC, quienes las someterán a pruebas interactivas más rigurosas antes de enviarlas al SMT o los ficheros de asimilación.

Se dará prioridad a los procedimientos interactivos para aprovechar al máximo las observaciones, primeramente en las zonas sobre las que se posean pocos datos (regiones donde por lo común se lanzan las boyas a la deriva) y por último en las zonas sobre las que se posean muchos datos (rutas de navegación). Se realizarán pruebas adicionales para verificar la continuidad interna y la continuidad temporal, comparar las observaciones con los campos de previsión numérica y las observaciones vecinas (control asociado) y asegurar una coherencia en relación con la ubicación y la ruta de la plataforma.

Los meteorólogos se encargarán de efectuar las correcciones que corresponda y de atribuir los señalizadores definitivos. Las correcciones y los señalizadores se utilizarán en la asimilación de datos numéricos, para su archivo en los centros de archivo de datos apropiados y para la gestión de las plataformas en el NDBC. Cuando se disponga del BUFR para su utilización en el SMT, las correcciones y los señalizadores que se apliquen a las observaciones se codificarán de manera que la observación original quede en forma recuperable; entretanto, sólo se podrá obtener del SMT la observación corregida o la observación original con algunos elementos borrados.

El NDBC seguirá efectuando los controles de calidad estrictos en tiempo real aproximado que figuran más arriba. En este sentido, el NDBC examinará todos los datos obtenidos de boyas a la deriva, así como la información sobre errores suministrada por el OPC. Los meteorólogos del NDBC establecerán una coordinación con el OPC en cuanto a la determinación definitiva de la validez de los datos. Asimismo, el NDBC determinará la causa de todos los datos erróneos y tomará las medidas de corrección, si procede.

5.4.5 Control de calidad en tiempo real aproximado en el NDBC

En el NDBC se utilizan, para el control de calidad, gráficas de color básicas en dos dimensiones (por ejemplo, diagramas lineales, diagramas de dispersión y mapas de zona útil). Los analistas de la calidad de los datos preparan esas gráficas en respuesta a una lista de los datos señalados como dudosos por los algoritmos de validación de los datos. Estos algoritmos comprenden los controles de alcance y de continuidad efectuados en el NMC y el NDBC, así como las comparaciones efectuadas en el NMC con los análisis numéricos de rejilla y los campos de "primera hipótesis" del NMC y las comparaciones con los campos climatológicos. También el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF) efectúa comparaciones análogas con los campos de "primera hipótesis" y envía los resultados al NDBC.

Los gráficos de series temporales y las curvas de ondas espectrales ayudan a los analistas a distinguir entre los datos válidos y los que responden a una falla del sensor o el sistema. En las boyas fijas y en los sitios costeros, las fallas suelen ser de fácil detección por la presencia de sensores duplicados. En cambio, resulta más difícil identificar las fallas en el caso de las boyas a la deriva, que tienen sensores únicos y son lanzadas en zonas sobre las que se poseen escasos datos.

Si realmente se ha producido una falla, se modifica la base de datos del NMC de manera de no distribuir la correspondiente medición. Cuando se observa que el sensor se ha desviado, la escala de los datos difundidos se restituye al valor apropiado.

Para más información sobre el control de calidad de los datos obtenidos con boyas a la deriva, cabe dirigirse a la División de Sistemas de Datos del NDBC:

National Data Buoy Centre
Data Systems Division
NSTL, MS 39529

Teléfono 601-688-2836
Télex 5101012406(NSTLBSTL)

5.5 Archivo de datos

El Servicio de Datos sobre el Medio Ambiente Marino (MEDS) del Canadá ha sido reconocido por la GOI como Centro Nacional Responsable de Datos Oceanográficos (RNODC) para los datos recogidos con boyas a la deriva en el marco del Sistema de Intercambios Internacional de Datos Oceanográficos (IODE) de la Comisión.

Los datos obtenidos mediante boyas a la deriva pueden llegar al RNODC por tres vías. Según la vía tradicional, el investigador principal los envía al

centro nacional, y a continuación, se pueden enviar copias de los datos al RNODC. Se estima que estos datos son los de mayor calidad pues han sido sometidos a los procedimientos de control de calidad más refinados. Lamentablemente, suele transcurrir un tiempo prolongado entre el acopio de los datos y su envío a un archivo; por otra parte, la falta de uniformidad de las técnicas de tratamiento utilizadas por los diferentes investigadores puede plantear problemas a los usuarios secundarios que intentan combinar conjuntos de datos.

La segunda vía de acceso de los datos al RNODC es una cinta magnética del CLS/Servicio Argos con la autorización escrita del investigador principal. Esta variante presenta la ventaja de que los datos contienen un conjunto completo de parámetros con la precisión prevista en el Servicio Argos. En cambio, tiene la desventaja de que los formularios de los datos pueden variar según los proyectos. Cada investigador principal debería proporcionar al RNODC la descripción de su formulario y, en algunos casos, de los algoritmos de decodificación.

La tercera vía de ingreso en el archivo es la del SMT. El CLS/Servicio Argos ingresa en el SMT todos los datos recogidos con boyas a la deriva, siempre que el informe procedente de la boya se ajuste a un determinado formato. Esta vía presenta la ventaja de que los datos están disponibles en tiempo real para los usuarios operacionales, -los encargados de predecir el tiempo y los investigadores-, así como otros participantes interesados, por ejemplo los centros de archivo. La segunda ventaja consiste en que el RNODC dispone ya de un sistema de tratamiento bien desarrollado para los datos del SMT.

Pero surgen algunos tropiezos cuando un centro de datos recibe los datos por esta vía. Uno es el requisito de que los datos se transmitan a partir de la boya en un formato especificado por el CLS/Servicio Argos. Los datos deben ser convertidos luego a un segundo formato, el código DRIBU especificado por la OMM, antes de ser incorporado al SMT. Una vez que los datos están en el formato adecuado y se han completado los procedimientos administrativos para iniciar la circulación de los datos, éstos pueden ser incorporados al SMT sin gastos para la fuente. Como consecuencia de todo esto, cerca de la mitad de las boyas a la deriva en funcionamiento no envían sus datos a través del SMT.

Pero aún si se lograra una participación total, la vía del SMT presenta otra desventaja. Algunos parámetros observados no se pueden adaptar al código DRIBU, o si se lo hace pierden precisión. Además, la documentación de apoyo, por ejemplo el tipo de casco de la boya, la calibración del sensor, el proyecto, el investigador principal, etc., no se transmiten por medio del SMT y para conservarla debe ser enviada al archivo por el investigador principal. Por último, y ello concierne directamente a todos los usuarios secundarios, los datos no han sido controlados en cuanto a su fiabilidad.

Los centros de datos tienen la responsabilidad fundamental de preservar la integridad de los datos originales al mismo tiempo que procuran mejorar la calidad de los datos archivados. Para garantizar una elevada calidad, se ha propuesto admitir sólo los datos de precisión conocida y aceptable. Si así lo hiciera, el archivo excluiría datos que otros consideran de valor aún con sus deficiencias reconocidas. Un archivo debe tratar de satisfacer ambos intereses. A tal fin, los centros de datos efectúan controles destinados a identificar los valores "imposibles" de los datos que reciben y proceden a suprimirlos o corregirlos. Otros datos se consideran "dudosos", es decir, presentan valores que están dentro de los límites establecidos pero resultan sospechosos en el contexto de otros datos.

En el MEDS se aplica a los datos recogidos con boyas a la deriva una serie de procedimientos de control de calidad. Los mensajes de las boyas a la deriva son captados por una computadora conectada con el sistema SMT. Los mensajes son enviados al RNODC a través de Washington y Toronto. Los datos se recogen en un disco durante uno a cuatro días y luego son transferidos a la computadora principal. En este momento, la primera dotación lógica examina la estructura de los mensajes de las boyas a la deriva para garantizar que se ajusten a la norma internacional. Cuando el mensaje presenta problemas en este sentido, se consigna en una ficha de error para su exploración manual. En el mismo proceso se efectúan controles de alcance en el contenido de los diversos campos del mensaje. Así, por ejemplo, se verifica que se cuenta con valores válidos en los campos de la fecha, la hora y la posición. También en este caso, si un mensaje contiene un valor que no pasa el control, se consigna en un fichero de errores para su verificación manual. Un funcionario del MEDS controla la lista de mensajes que figuran en el registro de anotación de errores para tratar de localizar el origen del error, y si ello es posible, lo corrige.

El siguiente control se efectúa una vez por mes sobre todos los datos que han llegado de cada boya. Se presentan en un terminal las rutas de la boya, la velocidad de deriva inferida, la presión a nivel del mar y la temperatura de la superficie del mar. Se utiliza el lapso de un mes, pues resulta conveniente para juzgar estos parámetros y observar con facilidad los valores anómalos. La velocidad de deriva se calcula a partir de pares de posiciones y momentos, para los cuales con cierta frecuencia se obtienen valores excesivos, tal vez a causa de imprecisiones de la posición o la hora. Las temperaturas de la superficie del mar se comparan visualmente con la ficha climatológica (obtenida de los ficheros del NCDC de Asheville, Carolina del Norte) para controlar si los valores observados presentan más de tres desviaciones estándar con respecto a los de climatología. Se observa si existen picos en las series de temperaturas de la superficie del mar y de presiones a nivel del mar. El operador puede utilizar una dotación lógica interactiva para someter los datos a diversos procedimientos. Tiene la posibilidad de aislar los mensajes recibidos de uno u otro terminal de usuario local; de identificar los mensajes que dan origen a velocidades de deriva excesivamente elevadas, y de descubrir los valores que producen picos en las curvas de temperatura o presión. Al aislar estos valores, pone señalizadores en los mensajes para indicar las partes del mensaje que se consideran sospechosas. En esta etapa, los datos no sufren aún ninguna modificación. Los señalizadores de calidad acompañan el mensaje durante el tratamiento subsiguiente y son almacenados junto con los datos en los archivos del MEDS.

Se proyecta publicar mapas mensuales de las rutas mundiales de las boyas, que indicarán dónde éstas se encuentran en funcionamiento. Los mapas se publicarán junto con el resumen mensual de datos recibidos en tiempo real del MEDS, que se envía gratuitamente a quien lo solicite. Los interesados pueden inscribirse en la lista postal del MEDS¹⁾. También se prepararán los mapas correspondientes a los océanos Antártico y Pacífico.

1) Marine Environmental Data Service
Department of Fisheries and Oceans
200 Kent Street, Ottawa,
Ontario K1A 0E6, Canada
Tel.: 613-990-0264 Tlx: 534228

Los proyectos para el futuro requieren que la base de datos de inventario pueda distinguir los datos que se reciben por medio del SMT de los enviados por los investigadores principales o por otros centros de archivo. Es probable que estos datos no estén en los formatos normalizados. No es éste un problema nuevo para un centro de archivo, y se podrá resolver como ha ocurrido con otros tipos de datos. Los datos provenientes de fuentes diferentes del SMT no se mezclarán con los recibidos mediante el SMT: se mantendrán ficheros separados con un índice común preparado por el inventario de la base de datos. No se ha definido aún la estructura exacta del archivo de estos datos. Teniendo en cuenta la flexibilidad del GF3, es posible que se utilice este formato, ya sea en su forma habitual o bien en una versión más compacta. Se espera diseñar esta estructura con la flexibilidad suficiente para dar cabida a los datos provenientes de los sensores que se ubicarán en las nuevas boyas y en las nuevas formas de boya, por ejemplo los denominados derivadores "pop-up".

6. COSTO DEL SISTEMA

6.1 Equipo

La información sobre los fabricantes de sistemas de boyas de cada país se puede obtener de los coordinadores nacionales designados por los países miembros para los programas de boyas a la deriva. En el Anexo III figura una lista de coordinadores nacionales y sus direcciones.

Para la dotación física, lo mejor es planificar la adquisición de un número elevado de boyas normalizadas: ello permite obtener mejores condiciones de licitación y compra. La adquisición planificada y en cantidad tiene como resultado la reducción de los costos gracias al establecimiento de una línea de montaje y la subcontratación de los componentes prefabricados. Naturalmente, se plantea un problema cuando los investigadores para obtener los datos deben recurrir a plataformas no normalizadas y altamente especializadas. Pero en el caso de mediciones básicas necesarias para apoyar las operaciones y las investigaciones postoperacionales, conviene recurrir a la adquisición planificada de plataformas normalizadas. También es posible reducir el costo unitario mediante la participación de varios investigadores u organizaciones científicas en los lanzamientos.

Una boya a la deriva meteorológica normalizada cuesta 10.000 a 13.000 dólares de los Estados Unidos, según el número de unidades adquiridas. Los sensores incluidos en una boya normalizada tienen el siguiente costo aproximado:

Presión barométrica	4.000 dólares	(hay barómetros de menor precio, pero tienen menor precisión y estabilidad)
Dirección del viento	1.500 dólares	
Velocidad del viento	1.000 dólares	
Temperatura de la superficie del mar	500 dólares	
Temperatura del aire	100 dólares	

El costo nominal de la dotación física, el programa fijo y la dotación lógica asciende a unos 2.000 dólares en las compras en grandes cantidades. Si la adquisición se hace por unidades, el precio puede ascender a 3.500 dólares.

La adición de una línea de termistores subsuperficial de 300 a 600 m de profundidad supone 23.000 a 26.000 dólares más. La adición de equipos de medición de olas representa unos 2.000 dólares.

Los miniderivadores no han entrado aún en su etapa operacional, pero se estima que han de costar menos de 5.000 dólares (casco, equipo electrónico, barómetro y medición de la temperatura del agua). Se prevé que su vida operacional será 4 veces menor que la del derivador TOGA (3 meses en vez de 12 a 18 meses).

6.2 Logística y lanzamiento

6.2.1 Generalidades

La experiencia con boyas a la deriva destinadas a recoger datos indica que la logística necesaria para lanzar esas plataformas en zonas remotas puede representar un costo excesivo para un programa, sobre todo cuando una sola organización debe soportar todo el gasto de la dotación física y el lanzamiento. El transporte de plataformas detectoras ambientales automatizadas a zonas remotas y su lanzamiento constituye un aspecto crítico en la evaluación de los costos de un programa. De no poder contar con servicios gratuitos, la mejor solución es compartir los gastos entre los organismos participantes. El denominador común es el costo de la plataforma por unidad de tiempo.

Los costos generales se reducen cuando se comparten las experiencias realizadas en sectores de interés común: una misión destinada a realizar diversos experimentos arroja muchas veces los mejores resultados. Existe siempre el peligro de saturación, pero ello se evita con una buena gestión.

Los costos de lanzamiento por boya se calculan con la siguiente fórmula

$$\text{costo} = (S + T + P + D \cdot C \cdot F)/N$$

donde:

S = Costo de fletar las boyas a la zona indicada y de almacenarlas hasta el momento de cargarlas a bordo.

T = Costo de formar al personal del buque o la aeronave en las técnicas de lanzamiento y los procedimientos de control.

P = Costos de enlace previos al lanzamiento (viajes, etc.).

D = Duración del viaje del buque o la aeronave.

C = Costos de operación del vehículo por unidad de tiempo.

F = Fracción del viaje imputable al proyecto, va de 0 a 1.

N = Número de boyas que se lanzarán.

6.2.2 Lanzamiento desde aeronaves

Por lo general, el tiempo de vuelo de un C130 cuesta unos 2.000 dólares de los Estados Unidos por hora, incluidos todos los gastos del avión y la tripulación. El tiempo comienza a correr en el punto de partida de la aeronave y concluye al término de la misión, incluyendo el tiempo de tránsito.

6.3 Tratamiento de los datos

Todos los años se realiza una reunión del Acuerdo Mixto de Tarifas (JTA) de Argos, acogida por la OMM y la COI. El JTA es una empresa cooperativa cuyos países miembros negocian con el CLS/Servicio Argos las tarifas del tratamiento de los datos procedentes de boyas a la deriva y otras plataformas que envían informes dentro del Sistema Argos.

En la cuarta reunión (París, noviembre de 1984), el CLS/Servicio Argos presentó un plan para el servicio hasta 1990. En la reunión se convino apoyar este plan y se aceptó que la base para determinar la tasa anual de la tarifa mixta podía ser un incremento anual garantizado de aproximadamente 15% de la suma total que se debe pagar en el marco del Acuerdo Mundial antes de incluir el efecto de la inflación. La aplicación de esta "fórmula" permitió fijar para 1985 el precio por "PTT-año" (es decir, 365 días por año de las actividades de ubicación de la plataforma y acopio de los datos enviados por un PTT) en la suma de 23.000 francos franceses, que permaneció sin variantes en 1986 y 1987.

ANEXO I

REFERENCIAS

1. Barazotto, R.M., 1987: "Real-time Quality Control of Drifting-Buoy Data at the NOAA Ocean Products Centre," Actas, 13a. Conferencia de Usuarios del Argos.
2. Black, P.G., Elsberry, R.L., Shay, L.K., Partridge, R.P., y Hawkins, J.D.: "Atmospheric Boundary Layer and Oceanic Mixed Layer Observations in Hurricane Josephine Obtained from Air-Deployed Drifting Buoys and Research Aircraft," presentado al Journal of Atmospheric and Oceanic Technology.
3. Gilhousen, D.B., 1988: "Quality Control of Meteorological Data from Automated Marine Stations", publicaciones preliminares, Cuarta Conferencia Internacional de la AMS, Interactive Information and Processing Systems for Meteorology, Oceanography, and Hydrology.
4. U.S. Department of Commerce/National Oceanic and Atmospheric Administration/National Data Buoy Centre, 1988: U.S. TOGA Drifting-Buoy Logistics Plan.
5. U.S. Department of Commerce/National Oceanic and Atmospheric Administration, Federal Coordinator for Meteorological Services and Supporting Research, 1986: National Operations Plan for Drifting Data Buoys.
6. Organización Meteorológica Mundial, 1981, Actas, Conferencia Técnica de la OMM sobre Automatización de las Observaciones Marinas y la Concentración de Datos, Informe N° 7, Serie de Meteorología Marítima y Actividades Oceanográficas Conexas.
7. Organización Meteorológica Mundial, 1988: Guía para la Concentración de Datos y los Servicios de Localización Mediante el Servicio Argos, Informe N° 10, Serie de Meteorología Marítima y Actividades Oceanográficas Conexas.
8. Organización Meteorológica Mundial, 1983: "El empleo de las boyas a la deriva como elementos auxiliares de los servicios de meteorología marina", Informe N° 11, Serie de Meteorología Marítima y Actividades Oceanográficas Conexas.

ANEXO II

DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS DE BOYAS A LA DERIVA
DE LOS PAISES MIEMBROS

A fin de facilitar la preparación de esta Guía, en la Circular del Comité Mixto de Trabajo COI/OMM sobre el IGOSS, N° 87-45 del 22 de abril de 1987 se pidió a los Representantes Nacionales para el IGOSS que suministraran al Relator información pertinente a los temas que en ella se tratan.

En este Anexo figuran las descripciones de los programas de boyas a la deriva enviadas al Relator. La información se presenta, dentro de lo posible, en el mismo orden que el contenido de la Guía.

<u>Lista de países que han sometido un informe:</u>	<u>Página</u>
Arabia Saudita	36
Australia	37
Canadá	44
Estados Unidos de América	45
Francia	47
Grecia	54
Islandia	55
Japón	56
Noruega	58
Nueva Zelandia	59
Países Bajos	61
Pakistán	62
Reino Unido	63
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas	64

ARABIA SAUDITA

Se han utilizado boyas a la deriva para obtener datos de observaciones en tiempo real destinados a los pronósticos de la contaminación por el petróleo en el Golfo Pérsico. Para lanzarlas se recurrió a diversos métodos. Inicialmente, las boyas se colgaban debajo de helicópteros de la Defensa Civil, se transportaban al lugar de lanzamiento, se bajaban hasta el mar y se soltaban. También se utilizaban buques-taller de las compañías petroleras y buques de la Defensa Costera, que aplicaban el método más corriente de bajar la boya por un costado y soltarla por medio de ganchos de zafada rápida. Tras los despliegues iniciales, la recuperación y la subsiguiente reutilización se efectuaban por medio de buques-taller o naves pequeñas, antes de que los dispositivos fueran arrojados a la playa. En varias ocasiones, al fracasar los planes de recuperación, las boyas encallaron en países vecinos, lo cual demoró su recuperación y nuevo despliegue. Algunas boyas no se recuperaron nunca porque se averiaron al encallar, perdiendo la señal. En varios casos, las compañías petroleras de la región cooperaron con mucha eficacia en la recuperación de las boyas para su reutilización.

En el programa de seguimiento sobre boyas a la deriva, se encargaron a Francia, y se recibieron 10 boyas adicionales. Se realizaron 2 breves experimentos frente a las costas de Jeddah, en la parte central del Mar Rojo para comprender mejor las corrientes cercanas en puerto islámico y a la planta de desalinización que se halla al norte de la ciudad. Se han previsto experimentos similares en la zona marina al oeste de Yanbu, en el noreste del Mar Rojo.

Gracias a la experiencia adquirida en sus tecnologías y sistemas de boyas a la deriva, Arabia Saudita estará en condiciones de participar como miembro aún más poderoso de las organizaciones regionales. El plan sobre boyas a la deriva, como parte del programa marino nacional, se dedicará a satisfacer los objetivos de éste y podrá servir de ejemplo a otras organizaciones e instituciones de esa parte del mundo. Hasta la fecha, las actividades se limitan a las áreas cerradas del Golfo y el Mar Rojo. Las actividades que se realicen en el futuro por conducto de las organizaciones regionales tal vez permitan abarcar otras áreas.

AUSTRALIA

Programa de Boyas a la Deriva de la División Antártica

2.1 Evolución del empleo de las boyas a la deriva

Las boyas utilizadas en el programa de la División Antártica se despliegan en mar abierto durante el verano antártico y, subsiguientemente, se congelan en la banquisa; los cascos, por lo tanto, deben poder resistir a los choques entre los bancos de hielo flotante. En vez de diseñar una nueva boya en Australia, se utilizaron para este programa boyas que cuentan con un precedente de buenos resultados de operación en los campos de hielo del Artico, es decir, la serie del ICEX diseñada y construida por el Instituto Chr. Michelsen, en Bergen, Noruega. En 1984 se hicieron modificaciones en el diseño de la boya ICEX a fin de incorporar una cadena de termistores de 100 metros de longitud para el programa de la División Antártica.

2.2 Experimentos y operaciones

Se han realizado investigaciones experimentales sobre la deriva de hielo marino y sobre las condiciones que se dan en la zona antártica del hielo marino estacional comprendida entre los 40° y los 120° de longitud este. Se organizaron programas piloto con despliegue de boyas en la región de Prydz Bay (65-68°S, 70-80°E) en 1985 (3 boyas) y en 1987 (6 boyas).

3.1 Casco

Una esfera de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 0,8 m de diámetro y rellena de poliuretano (40 kgs) con un contrapeso de 15 kilos en el fondo.

3.2 Sensores

Barómetro Anderaa (resolución 0,15 hPa).

Una cadena de termistores Anderaa de 11 sensores a las profundidades de 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m (resolución 0,05°C).

Un termistor UUA 32J3 para la temperatura del aire (resolución 0,2°C) y la temperatura de la superficie del mar (resolución 0,05°C).

3.3 Material electrónico

Espacio CEIS 82N PTT.

Unidad de tratamiento dotada de 32 entradas analógicas o digitales, 10 impulsos programables para el usuario, un programa de tratamiento, una memoria de 32 k.

Tarjeta de interfaz de la temperatura.

3.4 Anclas flotantes

La cadena de termistores de 100 m lastrada o bien un cable lastrado de igual longitud sirven de ancla flotante.

4.1 Logística

Las boyas se despliegan en febrero/marzo desde la motonave "Nella Dan" durante los cruceros de investigación en materia de ciencias del mar.

4.2 Técnicas de lanzamiento

Las boyas se bajan al agua mediante una pequeña grúa ubicada en la cubierta hidrográfica del buque (véase la figura al final de esta sección).

5.1 Servicio Argos

Todas las boyas utilizan el Servicio Argos, están codificadas según DRIBU y en el SMT.

5.2 Terminales de Usuarios Locales

No existe ninguno específicamente para este programa. Se pueden recibir datos de las boyas que flotan más hacia el este por mediación de la Oficina de Meteorología LUT en Melbourne.

5.3 Disponibilidad de los datos en tiempo real

Por mediación del SMT o de la Oficina de Meteorología LUT sólo en el caso de algunas boyas.

5.4 Calidad de datos

Por lo general elevada, si bien algunos barómetros y termistores de la cadena han sufrido desviaciones de calibración después de la fabricación.

5.5 Archivo de datos

Los datos tratados y editados se almacenan en cinta magnética en la División Antártica (Departamento de Artes, Deportes, Turismo y Medio Ambiente).

6.1 Equipo

Compra de 3 boyas dotadas de cadenas de termistores, 1984: 54.000 dólares australianos.

Compra de 6 boyas dotadas de cadenas de termistores, 1986: 130.000 dólares australianos.

6.2 Logística

Costo incluido en los programas en curso. No puede desglosarse el costo.

6.3 Tratamiento de datos

Sumas cobradas por el Sistema Argos (tarifa mundial), 9 años boya.

Desarrollo y tratamiento internos de soportes lógicos: 20.000 dólares australianos (1985), 25.000 dólares australianos (1987) (costo estimado).

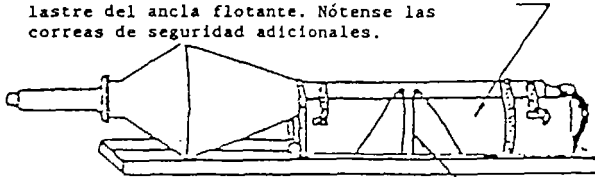
PROCEDIMIENTO DE LANZAMIENTO DE BOYAS A LA DERIVA
OFICINA DE METEOROLOGIA-AUSTRALIA

3-2

1. DISPOSICION TIPICA

Fig. 1 BOYA CON ANCLA FLOTANTE

CAJA DE AMARRAS DEL ANCLA FLOTANTE:
Contiene 100 metros de cable sujeto a un lastre del ancla flotante. Nótense las correas de seguridad adicionales.

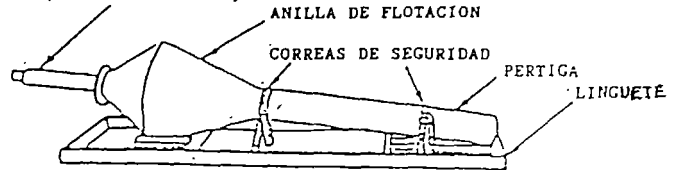


PESO APROXIMADO = 250 Kg

CORREA DE RETENCION DEL LASME DEL ANCLA FLOTANTE

Fig. 2 BOYA SIN ANCLA FLOTANTE

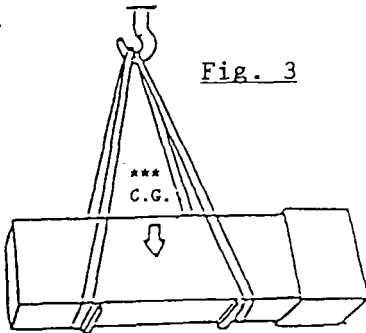
CONJUNTO DE ANTENA (SUMAMENTE FRAGIL)



PESO APROXIMADO = 150 Kg

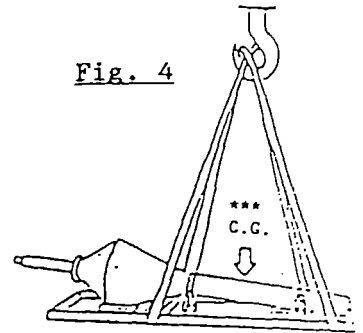
2. PROCEDIMIENTO PARA LEVANTAR LA BOYA

Fig. 3



1. Izar la boya embalada desde el camión como en la fig. 3 (***) Nótense el centro de gravedad).
2. Retirar la boya de su caja, habiendo previsto cuidadosamente la eliminación del material de embalaje.
3. Izar la boya desembalada como en la fig. 4.
4. Colocar la boya en un lugar seguro de la cubierta y fijarla para impedir que la bandeja resbale.

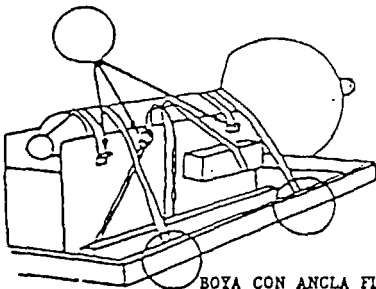
Fig. 4



** SE DEBERAN TOMAR PRECAUCIONES ESPECIALES PARA EVITAR QUE SE ESTROPEE EL CONJUNTO DE ANTENA **

3. PREPARACION PARA EL LANZAMIENTO

Fig. 5

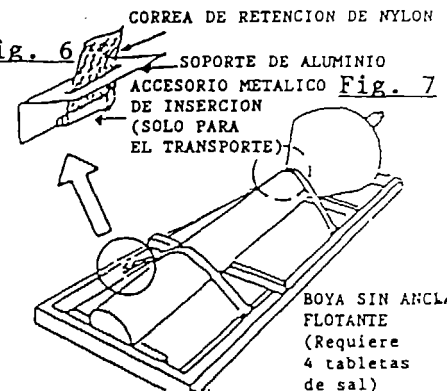


BOYA CON ANCLA FLOTANTE
(Requiere 10 tabletas de sal)

1. Retirar el accesorio metálico de inserción (ver la fig. 6) y reemplazarlo por 2 tabletas solubles de sal para cada punto de contacto de la correa de seguridad (figuran rodeados por un círculo).
2. Apretar firmemente las correas.

Nota: Al ponerse en contacto con el agua, las tabletas solubles se disuelven, permitiendo que la bandeja se separe de la boya.

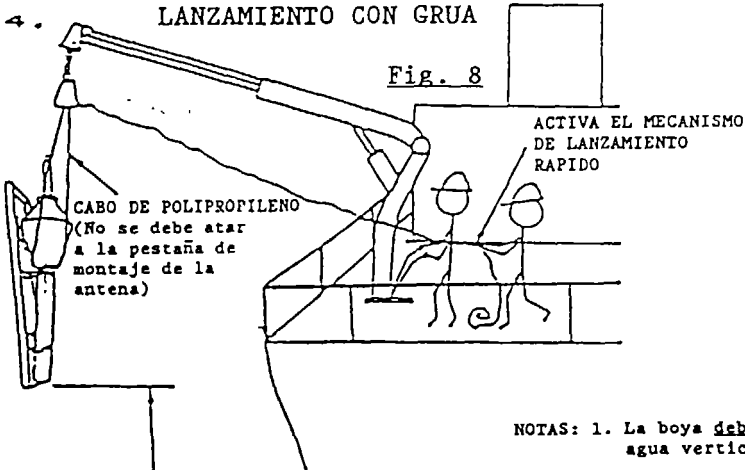
Fig. 6



BOYA SIN ANCLA FLOTANTE
(Requiere 4 tabletas de sal)

4. LANZAMIENTO CON GRUA

Fig. 8



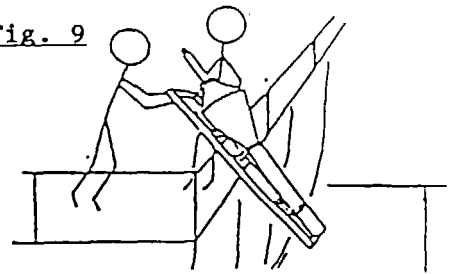
ALTURA MAXIMA DE SEGURIDAD PARA EL DESCENSO = 10 metros

VELOCIDAD RECOMENDADA DEL BUQUE: APROXIMADAMENTE 3 NUDOS

5. LANZAMIENTO A MANO

Puede necesitar de 4 a 6 personas.

Fig. 9



ALTURA MAXIMA DE SEGURIDAD PARA EL DESCENSO = 10 metros

VELOCIDAD RECOMENDADA DEL BUQUE: APROXIMADAMENTE 3 NUDOS

- NOTAS: 1. La boya deberá entrar en el agua verticalmente.
2. Asegurarse de que la boya lanzada se separe rápidamente del buque para evitar que se golpee contra el casco.

Organización de Investigaciones Científicas
e Industriales del Commonwealth (CSIRO)
Laboratorios Marinos

División de Oceanografía

2.1 Evolución del empleo de las boyas a la deriva

La División de Oceanografía emplea boyas controladas por satélite para descubrir la configuración de las corrientes oceánicas y para transmitir informaciones relativas al medio ambiente. El programa se inició en 1972 cuando una boya de pértiga de la CSIRO, dotada de un transpondedor, fue localizada por el satélite francés "EOLE". A partir de 1975 la localización estuvo a cargo de NASA y desde 1980 hasta el presente, del Servicio del Argos francés.

Se han utilizado las boyas con éxito considerable para descubrir, entre otras cosas, la dinámica de la Corriente de Leeuwin y los remolinos del Sistema de Corrientes de Australia Oriental.

Los conjuntos electrónicos de las primeras boyas eran bastante grandes y difíciles de manejar, ya que medían 3 m de largo y 0,1 m de diámetro. Para darles cabida, se hicieron los cascos en forma de pértigas de 5 m de largo que flotaban verticalmente; estaban fabricados con placas de cloruro de polivinilo y reforzados con fibra de vidrio.

En 1975, al reducirse las dimensiones del conjunto electrónico, se redujo el tamaño de los cascos. Además, se modificaron para darles la forma de torpedos cortos de 1,6 m de largo por 0,4 m de diámetro. Los torpedos flotan horizontalmente, lo cual reduce la tracción eólica, del oleaje y de las corrientes. Las boyas son fijadas en las corrientes oceánicas mediante anclas flotantes del tipo paracaídas, al extremo de cabos de 50 m de longitud. Si se rompe el cabo, la boya se inclina y un interruptor de mercurio envía una señal; según se ha demostrado este diagnóstico es útil.

Los transmisores para las boyas se compran en Francia y los circuitos para cargar las baterías con energía solar y para medir la temperatura se diseñan y construyen en Hobart.

La División proyecta añadir a la boya actual un sensor de presión atmosférica como módulo. Se está construyendo además una perfiladora modelo para registrar la temperatura y la profundidad con una sonda que se hace descender dos veces al día mediante un torno alimentado por energía solar a una profundidad de 100 metros, lo cual le permitiría funcionar en el Océano Indico Tropical. La sonda, al volver a la superficie, ha de transferir los datos mediante un eslabón inductivo, y se cargará de la misma manera. Este eslabón inductivo fue elaborado para un registrador de datos sumergible diseñado por la División.

Se han utilizado 35 boyas de torpedo desde los trópicos hasta el Océano Meridional, donde una se volvió inactiva al invernar entre los hielos marinos. Al reaparecer el sol en septiembre, la boya comenzó a retransmitir.

Se utilizaron 30 boyas en un estudio mixto CSIRO/RAN sobre la Corriente de Australia Oriental desde 1985 a 1987.

Se han lanzado las boyas desde buques mercantes, navales y de investigación, así como desde helicópteros navales.

5.1 Servicio Argos

Difusión de datos por el Servicio Argos.

5.2 Terminales de Usuarios Locales

En la estación Hobart de la CSIRO de recepción por satélite, no se puede recibir ningún terminal local para el usuario, sino únicamente datos (por ejemplo, temperatura de la superficie del mar).

5.3 Disponibilidad de los datos en tiempo real

Los datos procedentes de la actual serie de boyas no tienen el formato indicado para el SMT. Se modificará el formato para las boyas futuras.

5.4 Calidad de datos

Personal capacitado controla los datos.

5.5 Archivo de datos

La División de Oceanografía de la CSIRO, en Hobart, archiva los datos.

6.1 Equipo

El costo de las piezas asciende a unos 5.000 dólares australianos.

6.2 Logística y lanzamiento

Gastos de flete hasta el puerto de escala del buque que ha de efectuar el lanzamiento. Este no supone gastos.

6.3 Tratamiento de datos

Importe abonado a Argos por concepto de localización y grabación en cinta magnética.

Oficina de Meteorología

4.1 Logística

4.1.1 Periodo de lanzamiento

El principal periodo en que la Oficina de Meteorología lanza boyas en las latitudes meridionales (40°S - 60°S) es el comprendido entre septiembre y marzo, durante el cual se utilizan los buques de reabastecimiento del Antártico.

Las boyas se despliegan en las demás zonas una vez satisfechas las necesidades de las latitudes más elevadas. Se utilizan, por lo general, buques comerciales.

4.1.2 Selección de las zonas de lanzamiento

En mayo de cada año, se consulta al Centro Meteorológico Nacional y a las oficinas regionales acerca de las zonas que han seleccionado.

La Sección de Redes y de Tráfico determina las zonas de despliegue tras tomar en cuenta estas sugerencias y otras consideraciones, a saber:

- a) El número de boyas disponibles;
- b) El hecho de que estén dotadas o no de anclas flotantes;
- c) Las lagunas existentes y previstas en la red;
- d) Las rutas de navegación y la frecuencia de los buques; y
- e) La adaptación de los buques a esta operación.

4.1.3 Enlace con los encargados del despliegue

Una vez que se han determinado las zonas de despliegue y los buques adecuados, se solicita permiso a los propietarios, agentes y capitanes de los buques. El enlace entre los agentes de la Oficina de Servicios Meteorológicos del Puerto y las Secciones de Ingeniería, y con los capitanes de los buques asegura que la carga y el despliegue tengan lugar sin dificultad.

4.1.4 Posdespliegue

El capitán informa a la Oficina acerca de los detalles de la operación (ubicación, hora, identificación de la boya, presión, temperatura del aire y del mar) en el lapso de una hora después del despliegue.

En el caso de las boyas australianas, se asigna un número de identificación de la OMM y se informa al Servicio Argos y a la OMM.

Si se trata de boyas TOGA, estos detalles se envían por télex al NDBC en Misisipi junto con la petición de un número de identificación de la OMM.

5.2 Terminales de Usuarios Locales

Los LUT de la Oficina de Meteorología están situados cerca de Melbourne y Perth. En julio de 1987 se instalaron receptores de Banda-S. Los datos procedentes de los transmisores del Servicio Argos en las boyas se reciben del Procesador de Información TIROS en los satélites de la NOAA, y los datos de ambos centros de lectura se transmiten directamente a las computadoras de FACOM en Melbourne para su tratamiento centralizado.

La recepción local permite la concentración de datos y la determinación de la localización de las boyas a la deriva hasta 55° a 60° de latitud sur y entre los 90° y los 180° de longitud este. Se puede lograr la concentración de datos hasta 20° más allá de estos límites sin determinación de la localización.

La exactitud de la localización es aproximadamente de 0,1 a 0,3 grados (11-33 kilómetros) a corta distancia y de 0,5 a 1,0 grados (55-110 kilómetros) en los extremos. Esta no es ni de lejos la exactitud de los datos de localización suministrados por el Centro de Tratamiento Argos pero basta para la mayoría de las aplicaciones meteorológicas.

5.3 Disponibilidad de los datos en tiempo real

La Oficina Australiana de Meteorología utiliza los datos relativos a la presión atmosférica, a la temperatura del aire y a la temperatura de la superficie del mar procedentes de todas las boyas a la deriva que se encuentran en el hemisferio sur. Estos datos son enviados al Centro Meteorológico Nacional de la Oficina por el Centro de Tratamiento de Datos del Servicio Argos por mediación del SMT e igualmente (para incluir la región de Australia) de los LUT de Melbourne y Perth. Los datos se tratan en el Centro y se envían por cable aéreo a los centros de previsión.

Por lo común, los datos recibidos a través del SMT están disponibles unas tres horas después de su obtención pero ocasionalmente pueden recibirse hasta con seis horas de retraso con respecto a la hora de observación mediante satélite. La ventaja del LUT consiste en que permite disponer de los datos que corresponden al área de cobertura local mucho antes que los que se reciben por el SMT. Los datos del LUT están disponibles sistemáticamente entre una y dos horas después de la hora de observación y existe la posibilidad de reducir aún más esta demora si se perfeccionan los procedimientos de tratamiento.

5.4 Calidad de datos

La experiencia adquirida por la Oficina de Meteorología en materia de datos procedentes de boyas a la deriva indica que el nivel general de la calidad es elevado. Habitualmente se pueden detectar con facilidad los datos erróneos mediante procedimientos rutinarios de control, ya que se ha comprobado que cada boya facilita sistemáticamente lecturas correctas o bien acusa errores considerables y evidentes de manera constante. Son raros los casos de funcionamiento marginal.

Se considera que, en cualquier momento dado, sólo de un 5% a un 10% de las boyas de la red del hemisferio sur proporcionarían datos erróneos y que el resto suministraría lecturas exactas. Por lo general, una boya defectuosa acusa de modo simultáneo errores considerables en todos los parámetros, pero ocasionalmente, las lecturas de la presión pueden ser satisfactorias y las de la SST erróneas, o viceversa.

CANADA

En el Canadá los programas relativos a las boyas a la deriva son realizados principalmente por el Departamento de Pesquerías y Océanos y por el Servicio del Medio Ambiente Atmosférico (AES) del Departamento de Medio Ambiente, con la asistencia de los Departamentos de Transporte, Defensa Nacional y, ocasionalmente, de las empresas privadas de exploración de petróleo.

El Servicio del Medio Ambiente Atmosférico (AES)

El interés del AES en las boyas a la deriva se desprende de su responsabilidad respecto a las previsiones sobre las condiciones meteorológicas, el estado del mar y el hielo en las aguas canadienses. El servicio hace funcionar dos Terminales de Usuarios Locales; uno en Edmonton, Alberta, y el segundo en Downsview (Toronto), Ontario. Además, el AES despliega y mantiene boyas a la deriva en los océanos Pacífico y Artico, a saber:

a) Océano Pacífico

Las seis boyas a la deriva informan normalmente acerca de la presión barométrica y de la temperatura del agua, y algunas están dotadas de sensores adicionales de la velocidad del viento y de la temperatura del aire.

La Región del Pacífico dispone de ocho boyas a la deriva en espera de ser lanzadas. Para mantener una red espacial en el Pacífico Nordeste se propone lanzar desde el aire 3 miniderivadores MetOcean, que informarían sobre la presión barométrica y las temperaturas del aire y del agua.

b) Cuenca del Artico

Por lo general, las boyas lanzadas desde un avión, miden sólo la presión y la temperatura interna, que se considera representativa de la temperatura del aire. Las boyas desplegadas en la superficie se colocan sobre el hielo cuando se presenta la oportunidad al lograr la cooperación de partes interesadas en la exploración o de grupos de investigación. Estas boyas están, por lo común, dotadas de sensores del viento y de la humedad relativa, además de la presión y la temperatura. Tras un despliegue satisfactorio, las boyas suelen transmitir datos entre uno y dos años hasta que fallan las baterías o son averiadas por el hielo.

Las transmisiones en tiempo real emitidas por las boyas se reciben en el servicio de recepción por satélite del AES en Edmonton. La información se decodifica y los datos se reducen a un nuevo formato para su transmisión por el SMT. Se fija la posición de los datos procedentes de las boyas para analizar las cartas isobáricas del nivel medio del mar y para estudiar el movimiento del hielo; se utilizan para diversos estudios e investigaciones de carácter científico.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Estados Unidos prevé desplegar más de 500 boyas a la deriva de diversas configuraciones en prácticamente todos los océanos del mundo, ante todo con el objetivo de realizar investigaciones sobre el océano y el clima. Muchas de ellas también proporcionarán datos para los programas operacionales.

Una gran parte de las boyas a la deriva desplegadas por los Estados Unidos se consagrará al Programa TOGA y al programa conexo sobre investigaciones relativas al clima del océano titulado Estudio del Clima en el Océano Pacífico Ecuatorial (EPOCS). Este programa seguirá manteniendo un grupo de aproximadamente 65 boyas en el Océano Pacífico tropical oriental mientras que TOGA conservará unas 60 boyas en el hemisferio sur.

Además de TOGA/EPOCS, se aplicarán varios otros programas de investigación que se sirven de este recurso, entre otros: estudios de la circulación en el Golfo de Alaska, en el Golfo de Maine, en el Golfo de México y en los Grandes Lagos; investigación del impacto de la variabilidad ambiental en las poblaciones de peces y crustáceos en la región de Alaska; rastreo de desechos marinos tales como redes de pesca; estudios de los procesos oceanográficos físicos y biológicos; elaboración, ensayo y evaluación de nuevos sistemas.

El Programa de Boyas de la Cuenca del Artico, en cooperación con el Canadá y Noruega, continuará midiendo y archivando el campo de presión y la velocidad del hielo así como sus variaciones anuales para los estudios sobre el clima y para ofrecer datos en tiempo real destinados al análisis y al pronóstico de las condiciones del clima y del hielo. Además de este programa, las boyas a la deriva se utilizarán para otros programas de investigación en la región del Artico con el objeto de estudiar la interacción aire-mar-hielo, los procesos de las zonas de hielo marginales, y el movimiento y la dinámica del hielo.

El Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos utiliza boyas a la deriva en el Atlántico Septentrional a fin de reunir datos sobre las corrientes y la temperatura de la superficie del mar, necesarios para sus misiones de búsqueda y rescate, y para los servicios internacionales de vigilancia de hielos en el Artico. Se planifica desplegar boyas a la deriva en regiones del Atlántico Septentrional de las que se poseen pocos datos y para adelantarse a los ciclones tropicales y apoyar los análisis y pronósticos ambientales operacionales. Se mantienen unas seis boyas en reserva para un despliegue rápido con el fin de obtener datos meteorológicos en casos de emergencias ambientales.

Boya TOGA del NDDC

3.1 Casco

Forma:	boya de pértiga
Material:	aluminio T6061 espesor de 0,32 cm (cilindro) ó 0,16 cm (cono)
Dimensiones:	Ancho: 0,25 m (cilindro) ó 0,92 m (cono) Largo: 3,0 m
Lastre:	18-27 kg
Peso:	90,7 kg

3.2 Sensores

Presión barométrica

SST

Temperatura del aire

Se considera que los sensores siguientes aún están en su etapa de desarrollo:

Velocidad del viento

Dirección del viento

Temperatura subsuperficial hasta 600 m

Altura significativa de la onda, periodo, espectro de la onda

3.3 Material electrónico

Argos PTT: coeficiente de repetición 40-60 seg

Mensaje Argos: 32 a 256 bitios

Duración de la batería: 12 a 18 meses

3.4 Ancla flotante

Normalmente no se usan

4.2 Despliegue

Desde buques

Desde aeronaves (C130, C141)

FRANCIA

2. ANTECEDENTES

El programa SOBA, que se lleva a cabo en el marco del acuerdo COST-43, ha sido situado en el mar de Irminger. Francia contribuye a este programa, encargándose asimismo de la coordinación técnica. Los datos enviados por estas boyas son acopiados por el Sistema Argos (sector terrestre completo o LUT) e insertados después en el SMT. Los parámetros medidos deben comprender la presión atmosférica y la temperatura de la superficie del mar.

El programa SCOS, basado en principios muy semejantes a los de SOBA, se inició a finales de 1986. Francia proporcionará cuatro boyas por año y se encargará, también en este caso, de la coordinación técnica.

Se prosigue además con la instalación y evaluación de nuevos sensores (para el viento -cuya medición no es todavía enteramente factible- y para las temperaturas de las capas superficiales de los océanos). Boyas especialmente equipadas para efectuar estas mediciones de la temperatura están siendo probadas actualmente en Brest y desplegadas en otros sectores (SCOS, Tempestades Oceánicas ...).

Son ya cuatro las boyas a la deriva Ecomar en funcionamiento como contribución francesa a TOGA.

Boya Ecomar

3.1 Casco

Forma:	cilindro
Peso:	26 kg
Peso del lastre:	11 kg
Longitud:	1,20 m
Diámetro:	0,20 m
Material:	fibra de vidrio

3.2 Sensores

No hay sensor.

Localización de boya, sólo para la descripción de corrientes oceánicas.

3.3 Material electrónico

Argos PTT
60 segundos entre cada transmisión.

Baterías de pilas
Duración: 12 meses con batería de electrolito alcalino.

Mensaje Argos: 32 bits (todos "0").

3.4 Anclas flotantes

Tipo "persiana"

El ancla flotante puede estar colgada directamente bajo la boya (peso máximo en el agua: 11 kilos); puede utilizarse también un cabo flotante de superficie para sostener el ancla flotante, a fin de que la boya no se vea afectada por los movimientos del ancla.

Boya Ecolap

Es como la boya Ecomar, pero un sensor de temperatura mide la temperatura del casco, que ha de ser en principio la de la superficie del mar.

Boya Focal

3.1 Casco

Forma:	cilindro; partes cónicas
Peso:	135 kg
Longitud:	2,70 m
Diámetro máximo:	0,80 m
Diámetro mínimo:	0,20 m

3.2 Sensores

Cadena de termistores con un máximo de 15 termistores.

Presión hidrostática: en la extremidad de la cadena de termistores.

Puede añadirse más presión hidrostática, pero habrá de reducirse el número de termistores en ese caso.

Parámetros domésticos, como la tensión de la batería.

3.3 Material electrónico

Argos PTT
60 segundos entre cada transmisión.

Subsistema de adquisición y procesamiento conectado con los sensores y con el PTT.

Baterías de pilas
Duración: 12 meses.

Mensaje Argos
5 x 32 bits.

3.4 Anclas flotantes

Tipo "persiana"

El ancla flotante está unida a un cabo flotante de superficie. La profundidad puede modificarse de acuerdo con las estipulaciones del usuario.

Boya "Marisonde BT"

3.1 Casco

Forma: cilindro; partes cónicas
Peso sin lastre o cadena: 85 kg
Peso de la cadena de termistores (100 m): 50 kg
Longitud: 2,8 m
Diámetro máximo: 0,9 m
Material: fibra de vidrio y poliéster

3.2 Sensores

Presión barométrica: tendencia de la presión calculada, 3 horas

Temperatura subsuperficial: 10 niveles hasta 100 m de profundidad; presión hidrostática en la extremidad de la cadena. La cadena puede ser sustituida por un sólo sensor para SST

Tensión de la batería:

3.3 Material electrónico

Argos PTT: 60 segundos entre cada mensaje.

Subsistema de adquisición y procesamiento conectado con los sensores y el PTT.

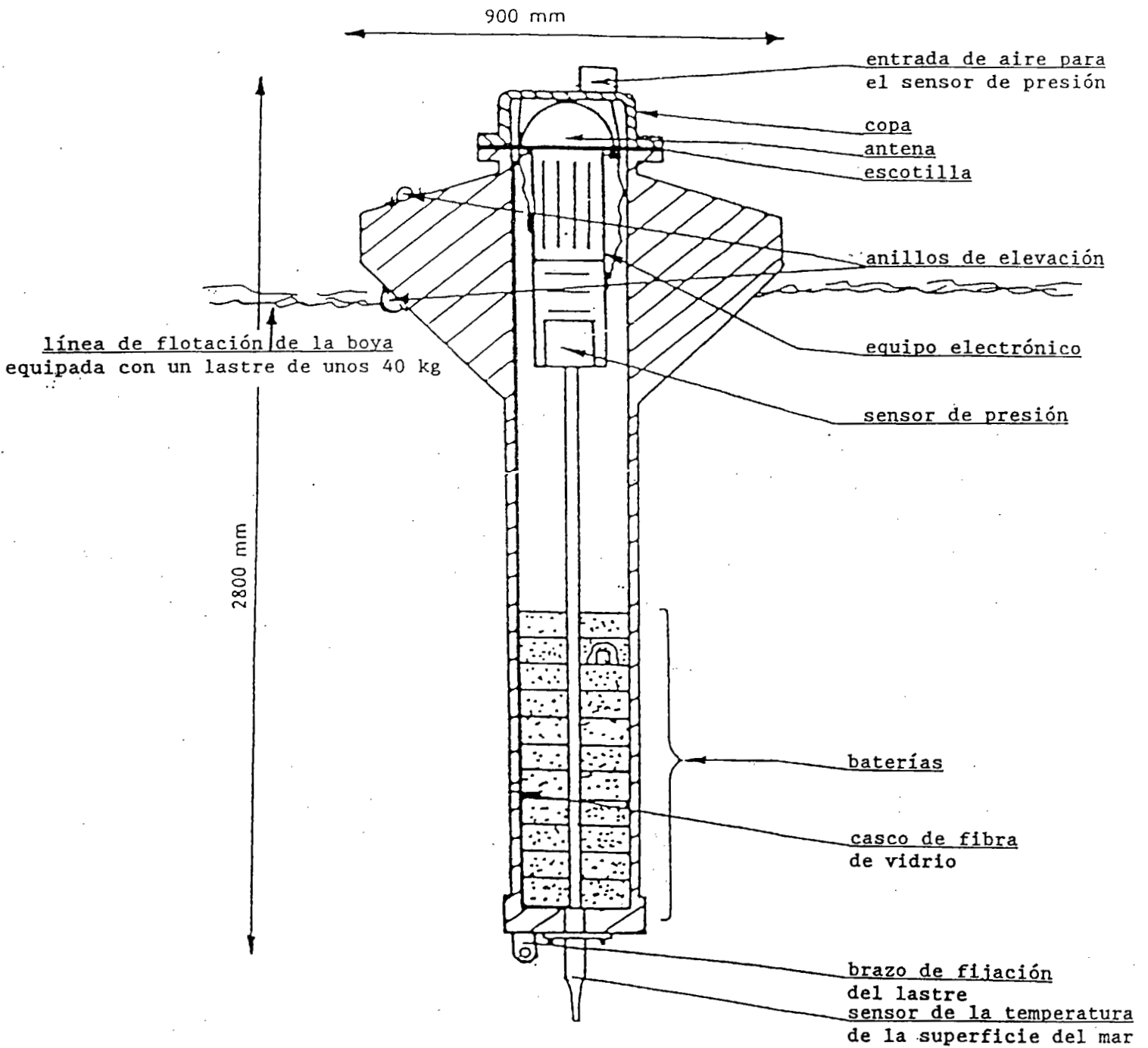
El tiempo de espera entre dos series de mediciones puede programarse para 15 minutos, 1 hora o 3 horas.

Baterías de pilas: 12 meses.

Mensajes Argos de 8 x 32 bits compatibles DRIBU.

Fabricantes: CEIS ESPACE
Z.I. THIBAUT
Rue des Frères BOUDES
F-31084 Toulouse CEDEX

Explotador: DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
CENTRE DE METEOROLOGIE MARINE
IFREMER - BP 337
29273 Brest CEDEX - Encargado, P. Blouch



Prototipo de "Marisonde BT", con cadena para la temperatura subsuperficial

Boya "Marisonde GT"

3.1 Casco

Forma:	cilindro; partes cónicas
Peso sin lastre o cadena:	100 kg
Peso de la cadena de termistores (100 m):	50 kg
Longitud:	4,2 m
Diámetro máximo:	0,9 m
Material:	fibra de vidrio y poliéster

3.2 Sensores

Presión barométrica: tendencia de la presión calculada, 3 horas

Velocidad y dirección del viento:
Temperatura subsuperficial: 10 niveles hasta 100 m de profundidad; presión hidrostática en la extremidad de la cadena. La cadena puede ser sustituida por un solo sensor para SST.

Tensión de la batería:

3.3 Material electrónico

Argos PTT: 60 segundos entre cada mensaje.

Subsistema de adquisición y procesamiento conectado con los sensores y el PTT.

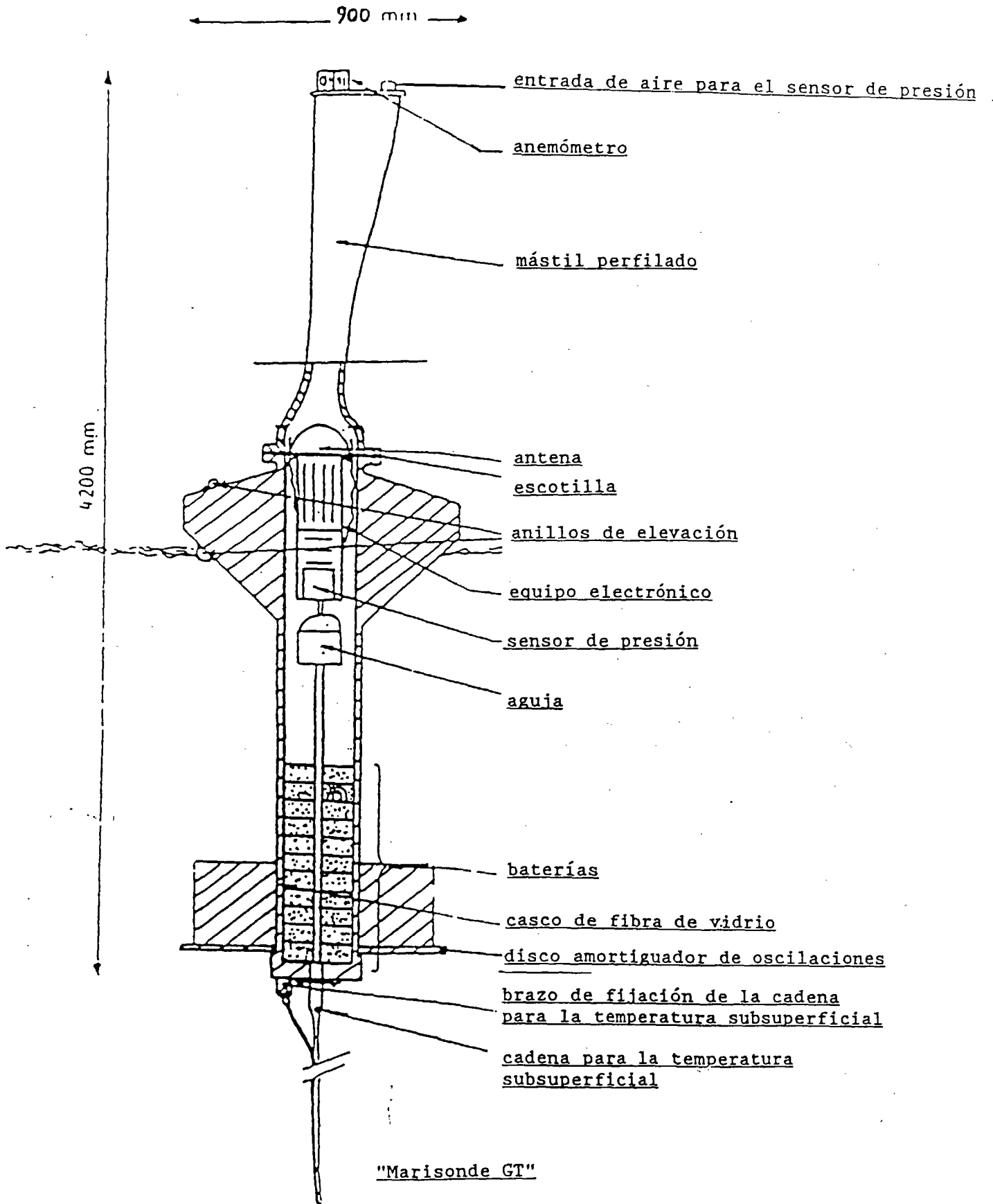
El tiempo de espera entre dos series de mediciones puede programarse para 15 minutos, 1 hora o 3 horas.

Baterías de pilas: 12 meses.

Mensajes Argos de 8 x 32 bits compatibles DRIBU.

Fabricantes: CEIS ESPACE
Z.I. THIBAUT
Rue des Frères BOUDES
F-31084 Toulouse CEDEX

Explotador: DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
CENTRE DE METEOROLOGIE MARINE
IFREMER - BP 337
29273 Brest CEDEX - Encargado, P. Blouch



5.4 Calidad de datos

En el Servicio Meteorológico se evalúa la calidad de los datos de DRIBU tras su inserción en el SMT en tres etapas:

- a) Decodificación de mensajes y primeros controles automáticos de formularios (grupos de dígitos, signos de comienzo y de final ...); de haber dificultades, puede efectuarse una supervisión manual que permite corregir errores patentes y repetir los procedimientos automáticos;
- b) Cotejos automáticos de alcance con los datos climatológicos sucintos (que no se modifican en función de la estación, por ejemplo), que permiten atribuir un señalizador de calidad para cada observación;
- c) Controles más elaborados, sólo para datos acopiados en horas sinópticas (o casi sinópticas), en la zona de cobertura de los modelos durante el análisis objetivo, utilizados como aporte de información para la previsión numérica; comparación con el campo de primera hipótesis -o sea una anticipación de seis horas- y supresión de la observación si la desviación sobrepasa un umbral que depende tanto de la observación como de las varianzas del error del campo de hipótesis; comparación con el resultado de un análisis efectuado a partir de datos semejantes, sin tener en cuenta la observación considerada. El residuo ha de ser inferior a un valor, función de la calidad media del análisis. Se atribuyen señalizadores de calidad suplementarios después de estos últimos controles.

A las etapas a) y b) se les llama pretratamiento, en tanto que c) constituye el tratamiento de datos propiamente dicho.

5.5 Archivo de datos

Sólo se archivan los datos DRIBU acopiados por el SMT. El archivo tiene una zona de cobertura mundial y no toma en cuenta los señalizadores de análisis en el momento actual. A fin de evitar las consecuencias peligrosas de las redundancias en el análisis, se realiza cierta comprensión de la información: en una zona de 0,5- de latitud y longitud, y durante 10 minutos, sólo se retiene el primer mensaje recibido (por lo general a través de un LUT, de haberlo) de una plataforma determinada. No se lleva a cabo ningún análisis ulterior de control de calidad de datos. Se producen y se distribuyen internacionalmente en el marco de IGOSS (Centro Oceanográfico Especializado sobre Datos de Boyas a la Deriva, París, Francia) mapas mensuales que señalan las posiciones de las observaciones y dan la densidad espacial para cada cuadrado de Marsden.

GRECIA

No ha habido en Grecia ninguna experiencia con boyas a la deriva, ni con ningún tipo de boya para servicios meteorológicos/oceanográficos. La explotación de boyas a la deriva en el Mediterráneo Oriental tal vez no tenga mucho éxito, habida cuenta del gran número de islas, las zonas de mar cerrado y la escasa distancia entre las costas. Sea como fuere, Grecia proyecta desplegar, para la primera etapa, una o dos boyas amarradas de oleaje.

ISLANDIA

La contribución de Islandia es cuantitativamente escasa, pero importante. Conciérne esencialmente la organización del despliegue por buques mercantes de boyas a la deriva que son propiedad de otros países. Véanse los comentarios que figuran en el punto 3 "EQUIPO DE BOYAS A LA DERIVA" en lo referente a las opiniones de Islandia sobre el control de calidad del equipo.

JAPON

2. ANTECEDENTES

Las boyas a la deriva son utilizadas por el Organismo de Seguridad Marítima para averiguar el recorrido y la velocidad de la Corriente de Kuro-shivo, así como por el Laboratorio Regional de Pesca de Tokai, perteneciente al Organismo de Pesca, para investigar el efecto de las corrientes oceánicas en la pesca. Sin embargo, los datos obtenidos por medio de las boyas aún no se aplican en la operación rutinaria del análisis y la previsión del océano. La información general sobre el océano es distribuida por el Organismo Meteorológico y por el Organismo de Seguridad Marítima del Japón por medio de radiofac-símiles y publicaciones.

Puesto que las dos corrientes principales, la de Kuro-shivo y la de Oya-shivo, desempeñan un papel muy importante en la determinación de las condiciones oceánicas en las aguas adyacentes al Japón, se espera que en el futuro los sistemas de boyas a la deriva se utilicen en ese país con más eficacia.

Organismo de Seguridad Marítima

3. EQUIPO

Forma: fusiforme
Dimensiones: 1,72 m de altura, 0,7 m de diámetro máximo
Peso: 65 kg
Observación: SST a 1 m de profundidad (precisión 0,1°C)
Ancla flotante: 1,5 m x 4,0 m, de lona, a 20 m de profundidad

4. FUNCIONAMIENTO

1984: 4 boyas
1985: 5 boyas
1986: 3 boyas
1987: 6 boyas (al mes de julio)
Zona de despliegue: en áreas de la Corriente Nordpacífica y de la Corriente de Kuro-shivo

5. DATOS

Argos envió los datos calculados a nivel local en cinta magnética. Se han archivado en discos magnéticos flexibles.

Laboratorio Regional de Pesca de Tokai

3. EQUIPO

Forma: fusiforme
Dimensiones: 2,1 m de altura, 0,7 m de diámetro máximo
Peso: aproximadamente 50 kg
Observación: SST a 1 m de profundidad (precisión de 0,1°C)
Ancla flotante: 1,5 m x 4,0 m de lona, a 5-8 m de profundidad

4. FUNCIONAMIENTO

1984: 1 boya en área de corriente fría de Oya-shivo
1985: 1 boya en área de agua cálida cerca de Oya-shivo
1987: 1 boya en área de corriente fría de Oya-shivo

5. DATOS

Argos envió los datos calculados a nivel local en cinta magnética. Se han archivado en cinta magnética.

NORUEGA

a) En la región ártica

Como parte del Programa de la Cuenca del Artico, Noruega coopera con los Estados Unidos y el Canadá en el despliegue de estaciones automatizadas basadas en témpanos flotantes en el Artico. La contribución de Noruega continuará siendo de 2 a 4 estaciones por año. Los parámetros obtenidos son la presión barométrica, la tendencia de la presión y la temperatura del aire. Las instituciones nacionales que participan en el proyecto son el Instituto de Investigaciones de Noruega y el Instituto Meteorológico Noruego. El Instituto Polar Noruego también desplegará anualmente tres estaciones automatizadas basadas en témpanos flotantes en las zonas septentrionales del mar de Barents.

En el invierno de 1986-1987 se llevó a cabo un Experimento sobre la Zona de Hielo Marginal, durante el cual se desplegaron varias estaciones sobre el hielo y en el agua en el estrecho de Fram. La institución principal que intervino en este experimento fue el Instituto Geofísico de la Universidad de Bergen, en cooperación con otras instituciones y grupos de investigación de Noruega y otros países.

b) En el Mar del Norte y en el Mar de Barents

El Instituto de Investigaciones Marinas continuará desplegando boyas a la deriva en el Mar del Norte, en el Mar de Noruega y en el Mar de Barents para estudiar huevos y larvas, y en la corriente costera para estudiar torbellinos y otras características menores en el frente de las corrientes costeras.

En 1987 el Instituto Meteorológico Noruego continuará desplegando boyas a la deriva y pequeñas boyas ancladas en el Mar del Norte y en el Mar de Barents.

NUEVA ZELANDIA

2. ANTECEDENTES

El Servicio Meteorológico de Nueva Zelandia se ocupó por primera vez de boyas a la deriva durante el FGGE, cuando ese país compró varias boyas y tomó las medidas necesarias para desplegarlas conjuntamente con otras boyas que pertenecían a los países participantes.

En 1984 el Servicio Meteorológico intervino activamente una vez más en programas de boyas a la deriva: prestó asistencia para lanzar boyas en apoyo de TOGA y compró las boyas necesarias a fin de mantener un conjunto eficaz en los océanos que rodean a Nueva Zelandia.

3.1 Casco

El Servicio Meteorológico de Nueva Zelandia utilizó las boyas de tipo estándar FGGE suministradas por los principales proveedores de boyas a la deriva.

3.2 Sensores

El primer lote de cinco boyas que se compró estaba equipado con sensores de la presión barométrica, de la temperatura del aire y de la temperatura de la superficie del mar. Sin embargo, desde entonces hemos recibido cinco boyas con sensores de la velocidad y la dirección del viento, además de los sensores estándar señalados más arriba y, si resultan útiles, pensamos continuar utilizándolas.

3.3 Material electrónico

Se han utilizado exclusivamente los sistemas estándar de electrónica ofrecidos por los principales proveedores de boyas a la deriva.

4.1 Logística

Durante los últimos tres años, el Servicio Meteorológico ha comprado cinco boyas por año y se ha ocupado de su despliegue así como, en promedio, del de siete boyas por año en nombre del National Data Buoy Centre de los Estados Unidos.

La mayoría de las boyas se lanzaron desde buques de colaboración ocasional que operaban entre Nueva Zelandia y Sudamérica o las Islas del Pacífico, y desde un buque de investigación del Gobierno de Nueva Zelandia.

4.2 Técnicas de lanzamiento

A pesar de que las boyas utilizadas se prestaban para el despliegue manual (es decir, para arrojarlas por la borda), las más de las veces el capitán del buque decidió emplear una grúa o cabria para lanzarlas.

Se han hecho gestiones ante la Real Fuerza Aérea de Nueva Zelandia para un posible despliegue de boyas desde su aeronave Hércules C130; esperamos que esto facilite el lanzamiento de boyas en el Mar de Tasmania.

5.1 Servicio Argos

Todas las boyas están registradas en el Servicio Argos y sus informes están incorporados al SMT.

5.2 Terminales de Usuarios Locales

El Servicio Meteorológico de Nueva Zelanda cuenta con una terminal de satélite y trata los informes de las boyas para uso local. Gracias a esto, los informes llegan a los pronosticadores mucho más rápido que a través del SMT.

5.3 Disponibilidad de los datos en tiempo real

Las Terminales de Usuarios Locales ofrecen datos en tiempo real aproximado (dentro de la media hora siguiente al paso del satélite). Los datos del SMT suelen recibirse dentro de las seis horas posteriores a la observación.

5.4 Calidad de datos

La calidad de los datos suministrados por las boyas se supervisa cuidadosamente durante el análisis manual y por medio de máquinas.

En general, la calidad de los datos es muy buena aunque a veces es necesario hacer correcciones para tener en cuenta el desplazamiento del sensor. Se ha observado que la mayoría de las boyas proveen lecturas correctas durante por lo menos 12 meses.

5.5 Archivo de datos

Los informes de las boyas a la deriva, una vez tratados, son archivados a la vez electrónicamente y como documento impreso. También se archivan los mapas meteorológicos, que incluyen los gráficos trazados a partir de los informes de boyas.

PAISES BAJOS

Los Países Bajos prestan apoyo al programa COST-43/SOBA y, además, comenzarán a contribuir al Programa SCOS. La contribución a cada programa probablemente sea de una boya a la deriva, puesto que ya se ha decidido utilizar dos boyas a la deriva (suministradas por Datos Oceánicos de Bergen) en el marco de COST-43. En 1988, la contribución al programa COST-43 también será, en total, de dos boyas.

PAKISTAN

La Comisión de Investigaciones del Espacio y la Atmósfera Superior del Pakistán prevé desplegar en el Mar Árabe, cerca de la costa pakistaní, algunas boyas a la deriva que se utilizarán para transmitir datos meteorológicos y oceanográficos a una estación situada en Karachi. A este efecto, se está considerando la utilización del Sistema Argos. Esas boyas resultarán de utilidad para los pronósticos meteorológicos, los estudios oceanográficos y los estudios marinos que se realizan en el país.

REINO UNIDO

La Oficina Meteorológica del Reino Unido continúa prestando apoyo a los programas de boyas a la deriva COST-43. En los próximos dos años se desplegarán por lo menos diez boyas más para SOBA (al Sudeste de Islandia) y dos para SCOS (en la región de las Azores). Se está discutiendo la posibilidad de continuar esta actividad operacional una vez expirado el acuerdo de COST-43 en 1988.

En 1986 la British Antarctic Survey desplegó dos boyas en el hielo del mar Antártico como contribución al Winter Weddell Sea Project. Para fines de 1987 se espera haber recuperado estas boyas, que han funcionado con éxito, para renovarlas y volverlas a lanzar, conjuntamente con una boya de oleaje ya recuperada.

El Instituto de Ciencias Oceanográficas, la Asociación Escocesa de Biología Marina y la Unidad de Investigaciones sobre Mamíferos Marinos han planificado para 1987 otros programas de investigaciones oceanográficas en la plataforma continental del Reino Unido que utilizarán boyas a la deriva.

UNION DE REPUBLICAS SOCIALISTAS SOVIETICAS

La Unión Soviética reconoce el valor de los programas de boyas a la deriva y apoya plenamente los esfuerzos de la VMM y del PMIC. La Unión Soviética ofrece prestar asistencia en el despliegue de boyas a la deriva desde buques de investigaciones oceanográficas así como desde buques de aprovisionamiento en el Antártico y otros buques que llegan a altas latitudes meridionales. Además, podrían suministrarse buques de investigación equipados con instrumentos de referencia, con fines de comparación y calibración.

ANEXO III

PUNTOS NACIONALES DE CONVERGENCIA DESIGNADOS
POR LOS MIEMBROS PARA LOS PROGRAMAS
DE BOYAS A LA DERIVA

ALEMANIA, REPUBLICA
FEDERAL DE

Prof. Dr. Wolfgang Krauss
Institut fur Meereskunde de
Universitat Kiel
Dusterbrooker Weg 20
D-2300 KIEL 1
República Federal de Alemania

ARABIA SAUDITA

Abdul Karim M. Henaidi
Director of Observations and System
P.O. Box 1358, MEPA
JEDDAH
Arabia Saudita

AUSTRALIA

Mr. W. Slesnew
Australian Bureau of Meteorology
G.P.O. Box 1289K
MELBOURNE, Vic. 3001
Australia

BRASIL

Directoria de Hidrografia e Navegacao
Departamento de Geofisica
Rue Barao de Jaceguai, S/No.
CEP.: 24040 - NITEROI - RIO DE JANEIRO
Brasil

CANADA

Dr. A.D.J. O'Neill
Regional Director
Atlantic Region
Atmospheric Environment Service
1496 Bedford Highway
BEDFORD, Nova Scotia
Canadá B4U 1E5

Dr. J. Garrett
Head, Ocean Physics
Institute of Ocean Sciences
Department of Fisheries
P.O. Box 6000
SYDNEY, British Colombia
Canadá V8L 4B2

CHINA

Division of Station and Buoy
Department of Marine Monitoring and Forecast
State Oceanic Administration
1, Fuxingmenwai Ave.
BEIJING
China

DINAMARCA
B. Rasmussen
Danish Meteorological Institute
100 Lyngbyvej
DK-2100 COPENHAGEN
Dinamarca

ECUADOR
Instituto Oceanográfico de la Armada
Base Naval Sur (Avenida 25 de Julio)
Casilla N° 5940
GUAYAQUIL
Ecuador

EMIRATOS ARABES UNIDOS
H.E. Mohamed Yahya Al-Suweidi
Permanent Representative of the UAE with WMO
Assistant Undersecretary for Civil Aviation
Ministry of Communications
P.O. Box 900
ABU DHABI
Emiratos Arabes Unidos

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
Glenn D. Hamilton
National Data Buoy Centre, NOAA
NSTL, Mississippi 39529
EE.UU.

GAMBIA
The Permanent Secretary
Ministry of Works and Communications
Half-Die
BANJUL
Gambia

GRECIA
Hellenic National Meteorological Service
Marine Meteorology Branch
P.O. Box 73502
GR 166 03 Helliniko
ATENAS
Grecia

FRANCIA
Permanent Representative of France with WMO
Directeur de la Meteorologie Nationale
77, rue de Sèvres
92106 BOULOGNE-BILLANCOURT CEDEX
Francia

IRLANDA
Mr. W.G. Callaghan
Meteorological Service
Department of Tourism and Transport
Glasnevin Hill
DUBLIN 9
Irlanda

ISLANDIA
Permanent Representative of Iceland with WMO
Director, Icelandic Meteorological Office
Bustadavegue 9
150 REYKJAVIK
Islandia

JAPON
Mr. Isao Kubota
Director, Oceanographical Division
Marine Department
Japan Meteorological Agency
1-3-4 Ote-machi, Chiyoda-ku
TOKYO 100
Japón

KENYA
Mr. A.J. Mafimbo
Port Meteorologist
P.O. Box 98512
MOMBASA
Kenya

MAURICIO
A.W. Oodally
Meteorological Service
VACOAS
Mauricio

MEXICO
Gilberto Lopez Lira
Director General de Oceanografía Naval,
Secretaría de Marina
Dirección General de Estudios,
Información y Estadística Sectorial
Secretaría de Agricultura
y Recursos Hidráulicos
Avenida del Observatorio 192
Col. Observatorio
11860 MEXICO, D.F.
México

NORUEGA
Permanent Representative of Norway with WMO
Director, Det Norske Meteorologiske Institutt
P.O. Box 320, Blindern
0314-OSLO 3
Noruega

NUEVA ZELANDIA
Permanent Representative of New Zealand
with WMO
Director, New Zealand Meteorological Service
P.O. Box 722
WELLINGTON
Nueva Zelandia

PAISES BAJOS
A.T.F. Grooters
Royal Netherlands Meteorological Institute
Postbus 201
3730 AE DE BILT
Países Bajos

PAKISTAN
Director, Centre of
Excellence in Marine Biology
University of Karachi
c/o Pakistan National Commission for Unesco
Block VIII Civic Centre G-6
ISLAMABAD
Pakistán

PERU

Capitán de Corbeta Hector Soldi Soldi
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Avenida República de Chile 295, Apartados 1308
4862 LIMA
Perú

REINO UNIDO

P.G. Collar
Institute of Oceanographic Sciences
Brook Road, Wormley
GODALMING, Surrey GU8 5UB
Reino Unido

URSS

Co-ordinator on Drifting-Buoy Programme
URSS State Committee for Hydrometeorology and
Control of Natural Environment
Marine Department, 12 Pavlik Morozov Street
123376 MOSCU D-376
URSS

URUGUAY

Capitán de Corbeta (C/G) Ricardo Dupont
Servicio de Oceanografía, Hidrología
y Meteorología de la Armada
Departamento de Ayuda a la Navegación
Capurro 980
Casilla de Correo 1381
MONTEVIDEO
Uruguay

ANEXO IV

LISTA DE SIGLAS/ABREVIATURAS

AES	Atmospheric Environment Service (Canadá)
BUFR	Formato Universal Binario para Registrar los Datos Meteorológicos
CDA	Sistema de Mando y Adquisición de Datos
CIMO	Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación (OMM)
CLS	Acopio-Localización-Satélites; Servicio Argos
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CNES	Centro Nacional de Estudios Espaciales (Francia)
COST 43	Cooperación Europea en Materia de Investigaciones Científicas y Técnicas - Proyecto 43
CSIRO	Organización de Investigaciones Científicas e Industriales del Commonwealth (Australia)
DBCP	Panel de Cooperación sobre Boyas a la Deriva (COI-OMM)
DCLS	Servicio de Concentración y Localización de Datos (Argos)
DRIBU	Formulario en Clave FM 14-VIII de la OMM
ECMWF	Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio
EPOCS	Estudios del Clima en el Océano Pacífico Ecuatorial (EE.UU)
FGGE	Primer Experimento Mundial del GARP (OMM-CIUC)
FRAPC	Centro de Tratamiento Argos de Toulouse
GARP	Programa de Investigación Global de la Atmósfera (OMM-CIUC)
GF3	Formato General N° 3 (IODE) (para el intercambio internacional de datos oceanográficos en forma retardada)
GPC	Centro Mundial de Tratamiento (Argos)
SMT	Sistema Mundial de Telecomunicación (OMM)
CIUC	Consejo Internacional de Uniones Científicas
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploration de la Mer (Francia)
IGOSS	Sistema Mundial Integrado de Servicios Oceánicos (COI-OMM)

COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
IODE	Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos (COI)
JTA	Acuerdo sobre Tarifas Colectivas (Argos)
LUT	Terminal de Usuario Local
MEDS	Servicio de Datos sobre el Medio Ambiente Marino (Canadá)
NCDC	National Climate Data Centre (USA)
NDBC	National Data Buoy Centre (USA)
NESDIS	National Environmental Satellite, Data, and Information Service (USA)
NMC	National Meteorological Centre
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (USA)
OPC	Ocean Products Centre (USA)
PCM	Modulación de Impulsos Codificados
PRL	Polar Research Laboratory (USA)
PSK	Manipulación por Desplazamiento de Fase Bifásica (o bivalente)
PTT	Terminal de Transmisor de Plataforma
QC	Control de Calidad
RF	Alta Frecuencia
SCOS	Sistema Meridional COST 43 de Funcionamiento (Boyas a la Deriva)
SCOR	Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (GIUC)
SOBA	Sistemas de Boyas Operacionales en el Atlántico (Septentrional) (COST 43)
SST	Temperatura de la Superficie del Mar
TCXO	Oscilador Controlado por Cristal Termorregulado
TIROS	Satélite TIROS (NOAA)
TOGA	Programa sobre los Océanos Tropicales y la Atmósfera Mundial (PMIC)
UHF	Frecuencia Ultraalta
USGPC	Centro de Tratamiento de Datos del Servicio Argos (EE.UU.)
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VHF	Frecuencia muy Elevada

PMIC Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (OMM-CIUC)
WG Grupo de Trabajo (SCOR)
OMM Organización Meteorológica Mundial
WOCE Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica (WCRP)
VMM Vigilancia Meteorológica Mundial (OMM)