

El uso de cualquier base de promedio depende de la estabilidad relativa del período. En Nigeria y realmente en todo África occidental, los promedios del período 1951-1980 parecen ser más estables y representar las anomalías individuales de forma más precisa que los del período 1961-1990. Creemos que es significativo examinar las consecuencias de usar distintos períodos de referencia en relación con los episodios de tiempo extremo en diferentes regiones para identificar su idoneidad y, en particular, del período 1961-1990, para establecer el uso adecuado del período de referencia. Se reconoce la necesidad de actualizar la base temporal de los promedios en los Servicios Climatológicos, pero los déficits o los excedentes climáticos significativos durante el mismo período son importantes también, a pesar de las redes de toma de datos ampliadas y del mayor volumen de datos recogidos.

En algunas partes del mundo puede haber alguna justificación para usar el período de referencia 1961-1990. Sin embargo, en África occidental no puede justificarse, principalmente debido a que contiene relativamente más años con precipitación por debajo que por encima del promedio a largo plazo. Como consecuencia, su uso podría lle-

var a características de desviación erróneas, posiblemente subestimando los años secos y proyectando tendencias climáticas más húmedas.

## Referencias

- AFIESIMAMA, E. A., 1998: *The spatial and temporal variability of rainfall over Ogun-Oshun River Basin and its teleconnection with El Niño events*. M. Sc Thesis, University of Lagos. 119 pp.
- JANICOT, S., 1992 (a): Spatiotemporal variability of West Africa rainfall. Part I: Regionalisation and typings. *J. Climate*, 5, 489-497.
- JANICOT, S., 1992 (b): Spatiotemporal variability of West Africa rainfall. Part II: Associated surface and air mass characteristics. *J. Climate*, 5, 499-511.
- NICHOLSON, S. E., 1979: Revised rainfall series for the West African subtropics. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 620-623.
- NICHOLSON, S. E., 1981: Rainfall and atmospheric circulation during drought periods and wetter years in West Africa. *Mon Wea. Rev.*, 109, 2191-2208.
- OJO, O., 1987: Rainfall trends in West Africa, 1901-1985: The influence of climate change and climatic variability on the hydrologic regime and water resources. Actas del simposio de Vancouver, agosto de 1987. Publicación de la AICH, núm. 168, pp. 37-42.
- OMM, 1999: WMO statement on the status of the global climate in 1998. OMM núm. 896, Ginebra.

## Radares terrestres: un adelanto en la predicción costera



Por Johannes GUDDAL \*, Hans GRABER \*\*, Heinz GUENTHER \*\*\*, José Carlos NIETO BORGE \*\*\*\*

Las actividades humanas y las consecuencias medioambientales que conllevan sobre las zonas del litoral de todo el mundo requieren un nuevo y mejor entendimiento de los procesos físicos que tienen lugar en las aguas costeras, así como en su atmósfera más próxima. El viento, las olas y los sistemas de corrientes se sabe que son altamente complejos y transitorios en muchas áreas costeras, e incluso la información para la resolución del curso sobre estos fenómenos es difícil y cara de obtener. Dicha información es, además, requerida como un preámbulo para los estudios de los procesos químicos y biológicos, pero tiene su valor autónomo debido a sus más inmediatas áreas de aplicación.

Desde los años 60, se han desarrollado y probado en varias partes del mundo sistemas de control coste-

ros que usan radares de alta frecuencia (HF). Estos radares funcionan entre los 5 y los 50 MHz, y sus antenas presentan un aspecto muy diferente del de las antenas de radares náuticos o el de las antenas de radar de vuelo en los aeropuertos. Su fundamento de medida se basa en el análisis de las señales de radar retrodispersadas por la superficie rugosa del océano. La mayor parte de los sistemas están basados en la propagación de ondas en superficie, es decir, la onda electromagnética viaja a lo largo de la superficie del mar más allá del horizonte. El margen de funcionamiento depende de la frecuencia de operación usada y va desde unos 40 km a 25 MHz hasta los 400 km a 5 MHz. Debido a los sistemas de antena más pequeña, son muy comunes los sistemas de 25 MHz, con menos interferencias de

\* Instituto Meteorológico de Noruega, y copresidente de la Comisión Técnica Mixta de Oceanografía y Meteorología Marítima (OMM/COI)

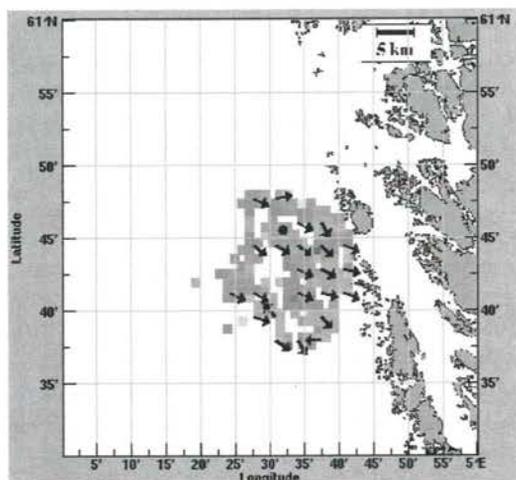
\*\* Universidad de Miami, EE. UU.

\*\*\* GKSS Forschungszentrum, Alemania

\*\*\*\* Puertos del Estado, España

radio y una resolución espacial amplificada de hasta un mínimo de 300 m. Los sistemas de onda espacial pueden conseguir mayores intervalos de funcionamiento mediante el uso de la ionosfera como reflector. Normalmente, éstos tienen un margen sin visión de 300 a 500 km delante del sistema y pueden alcanzar hasta 1 000 km. Comparados con los radares de HF, los sistemas de boyas fijas resultarían demasiado caros para proporcionar la misma cobertura horizontal, pero estos últimos tienen una ventaja obvia en el caso en que se requiera un sondeo subsuperficial. En los últimos años, se ha mejorado en gran medida el procesamiento de los datos de radares de HF, posibilitando la vigilancia en tiempo real con un retraso inferior a 20 minutos. Los productos resultantes de salida típicos son mapas de las áreas que circundan un puerto principal, mostrando los vectores que representan las corrientes, y la altura y dirección de las olas para clientes que pertenecen al ámbito de la ordenación de tráfico y para organizaciones de búsqueda y rescate.

Desde comienzos de los años 90 también se puso de manifiesto que los radares de banda X podrían reemplazar a los sistemas de boya fija en zonas costeras o en las proximidades de las plataformas, siempre que no fuesen necesarias medidas por debajo de la superficie. El fundamento de medida del radar de longitud de onda en la banda X es la digitalización de la imagen desordenada del mar y un posterior análisis de Fourier en el espacio y en el tiempo. El sistema proporciona un espectro de energía de la ola según las direcciones y las frecuencias y una estimación promedio del área correspondiente del vector de la corriente superficial. En comparación con los sistemas basados en medidas de boyas, que sólo efectúan el análisis de Fourier en el tiempo y que parten de hipótesis acerca de la forma espectral para obtener espectros bidimensionales, se ha demostrado que el sistema de banda X produce espectros de olas bidimensionales más fidedignos. Los parámetros de la ola convencionales, por

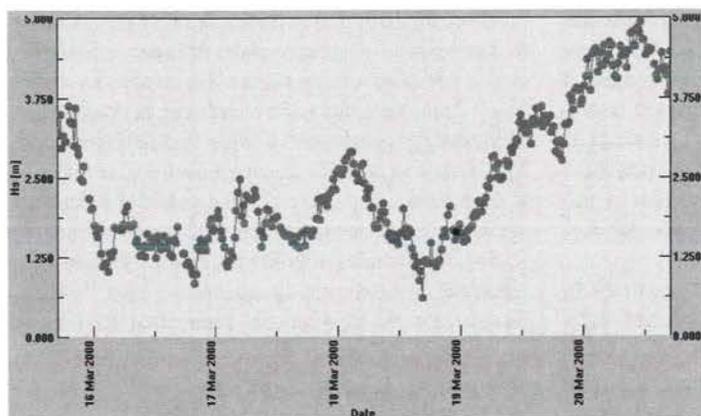


Mapa de olas "instantáneo" suministrado por radares HF WERA situados en dos islas al este del área de cobertura. El sombreado representa un campo de altura de olas, indicándose con flechas las direcciones dominantes

ejemplo, la altura significativa de olas, el período de las olas, la dirección media del oleaje, se estiman a partir de los espectros, en la forma habitual. Las medidas de viento fiables se tienen que obtener todavía por medio de plataformas y de boyas.

De forma paralela, se han desarrollado en la actualidad modelos numéricos para la trascendencia tanto de las olas como de las corrientes en las zonas costeras, con tal de que se les proporcione datos atmosféricos de entrada de alta calidad y una estratificación de la masa de agua inicial más o menos adecuada. Los modelos numéricos de corrientes y de olas requieren también valores de contorno obtenidos a partir de modelos de mayor escala que abarquen áreas oceánicas más extensas, lo que, a efectos operativos, significa que se requerirá un amplio ajuste de modelos atmosféricos y oceánicos, incluyendo el anidamiento de modelos de escala más fina dentro de los de mayor envergadura. Los modelos numéricos asimilan los diferentes tipos de datos de corriente y de olas procedentes de los radares, y además, proporcionan la extrapolación a áreas más extensas y a profundidades mayores. En particular, las estimaciones de las corrientes por parte del radar de HF deberían interpretarse como válidas hasta una profundidad de un metro de agua, mientras que para los propósitos de navegación, el requisito es más bien una estimación media para los diez metros superiores de agua.

Estas tres líneas de desarrollo junto con la creciente atención a las



Series temporales obtenidas a partir de los radares WaMOS de banda X, 16-20 de febrero de 2000

actividades marinas costeras y a sus problemas, constituyen el antecedente para la creación del Grupo de Trabajo ROSE (*Radar Ocean SEnsing*) (Sondeo por Radar del Océano) dentro de la Comisión originaria de la OMM sobre Meteorología Marítima. Se constituyó como un grupo de trabajo de referencia, con fines específicos, destinado a promover el uso de radares terrestres en el control costero, según resulte apropiado, en combinación con las medidas *in situ* y los modelos numéricos, en aplicaciones operativas claramente dirigidas a atender las necesidades del usuario. El grupo consideraría las necesidades de normalización e intercambio de datos, y de transferencia del conocimiento de los sistemas de observación basados en los radares entre las comunidades científicas, los organismos de predicción operativa y los potenciales usuarios finales. En particular, los sistemas basados en HF fueron desarrollados y probados en diferentes regiones de Australia, Europa, Japón y Estados Unidos, y se consideró útil crear un fórum de información mutua y de intercambio de información con el propósito de situar estos sistemas dentro de aplicaciones más exigentes para servicios orientados al usuario.

En 1995, la CMM organizó el primer seminario del ROSE en la secretaría de la OMM. Constituyó un gran éxito el reunir juntos, por primera vez, a expertos mundiales tanto en radares terrestres como en modelización numérica, y a representantes de comunidades internacionales de usuarios, en este caso la Asociación Internacional de Autoridades de Faros (IALA).

De hecho, la IALA continuó este éxito organizando el segundo seminario del ROSE en su sede parisiense dos años después. Los expertos del ROSE volvieron a visitar la conferencia de la IALA en Rotterdam en

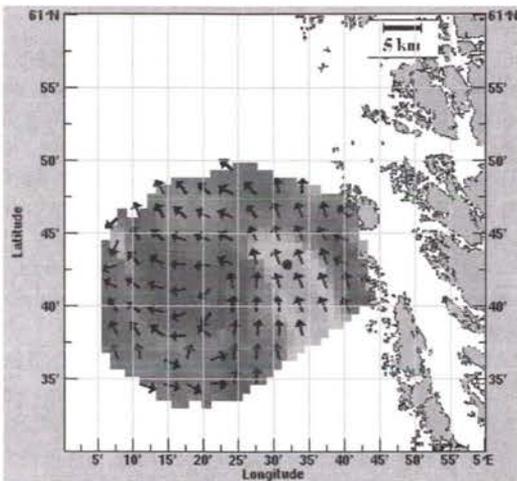
1997 y en Hamburgo en 1999, con la presentación de los radares de HF y de los modelos numéricos potenciales para el beneficio de las centrales de Servicios de Tráfico de Barcos. En todos estos encuentros se puso de relieve repetidamente que los proyectos de demostración operativa, llevando el producto final al entorno del usuario final de acuerdo con sus necesidades reales, eran cruciales con el fin de promover esta nueva clase de tecnología.

A continuación de la creación del ROSE y de sus seminarios, el proyecto EuroROSE fue diseñado y finalmente aceptado para su financiación por parte del programa MAST III de Mar y Tecnología, de la Unión Europea, desde 1998. Su propósito es demostrar el beneficio de la combinación de los radares terrestres, tanto de HF como de banda X, y de los modelos numéricos, en un servicio operativo para los Servicios de Tráfico de Barcos. Se han elegido áreas de interés de seguridad en la navegación y ha habido una adecuada aproximación de las comunidades de usuarios, con el fin de recibir los productos de salida del proyecto para su aplicación diaria en su rutina de servicios. Según se estableció en las normas del MAST, se formó un equipo conjunto europeo de organismos de investigación y de predicción operativa para llevar a cabo las diferentes tareas:

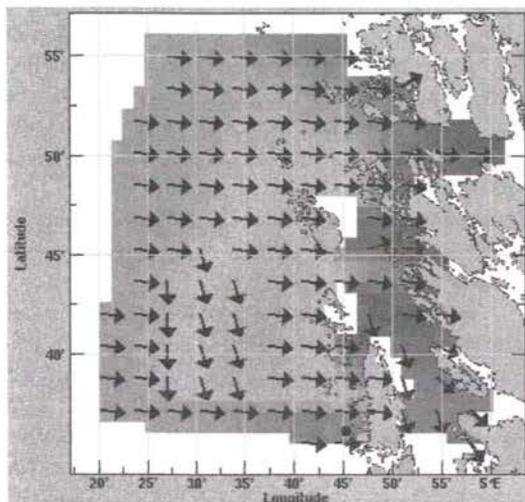
- La Universidad de Hamburgo, para proporcionar los sistemas de HF WERA, la gestión de datos, y la obtención de los campos de datos de corrientes.
- El *Forschungszentrum GKSS*, de Alemania, para coordinar el proyecto completo y para suministrar los radares WaMOS de banda X.
- El Centro Medioambiental y de Teledetección de Nansen, Noruega, para la asimilación de los datos de las medidas en los modelos.
- El Instituto Meteorológico Noruego, para hacer funcionar los modelos numéricos, y para interactuar con los usuarios finales.
- La Universidad de Sheffield, para obtener los campos de datos de olas a partir del radar de HF y para la validación científica del proyecto.
- Puertos del Estado, de España, para diseñar la interfaz de usuario.

Se eligieron dos emplazamientos objetivo:

- El Centro del Servicio de Tráfico de Barcos (VTS) en la isla de Fedje, al oeste de la costa de Noruega, que sirve a la navegación de superpetroleros hacia y desde dos terminales de crudo de petróleo próximas. Las discusiones iniciales con los operadores de VTS llevan a la conclusión de centrarse en las configuraciones de corrientes y en sus variaciones para la entrada de barcos al sur de la estación VTS.



Mapa de corrientes "instantáneo" obtenido por el sistema WERA, donde las velocidades de corriente aparecen sombreadas y en el que las flechas señalan las direcciones. La fuerte variación espacial se muestra con corrientes máximas de aproximadamente  $1 \text{ m s}^{-1}$ .



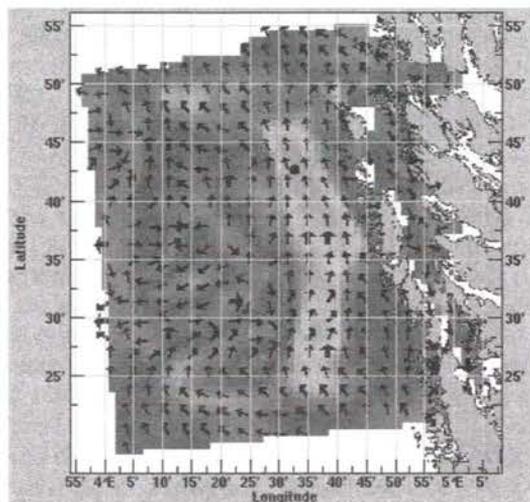
Dado un mapa de olas "instantáneo", el modelo numérico de olas asimila sus datos y los extrapola a un área mayor, más allá de las islas próximas a la costa

- El Centro VTS de Gijón, en el norte de España, que sirve a un puerto mayor expuesto a episodios de mar de fondo y de corrientes fuertes en el área de aproximación.

El primer experimento de campo comenzó a mediados de febrero de 2000 y duró seis semanas. Las antenas de emplazamiento dual WERA de HF requirieron un amplio estudio sobre su localización óptima en la accidentada topografía costera y sobre el suministro de electricidad y de cables de transferencia de datos, así como la negociación con los propietarios del terreno. Se instalaron dos radares de banda X para vigilar más de cerca las condiciones de corriente y oleaje en la parte más estrecha y crítica del canal de entrada.

Todos los datos de medidas son procesados y transferidos en tiempo real para ser asimilados dentro de sus apropiados campos de modelos numéricos en intervalos de tiempo de una hora. Por consiguiente, los campos de datos de "medida pura" se presentan cada veinte minutos con un retraso inferior a quince minutos, y cada nueva hora se presentan los campos del modelo actualizados con un intervalo de predicción de seis horas, con un retraso de veinte minutos. Estos productos se han llevado tanto a la torre de control de la central VTS como a Internet. Los mapas de corrientes obtenidos de los radares de HF pueden ser examinados durante algún tiempo en la dirección Web: <http://ifmaxpl.ifm.uni-hamburg.de/EuroROSE/online.html>.

El experimento de campo de Fedje se probó de forma operativa con éxito desde su primer día, excepto para interrupciones secundarias debidas a cortes en el suministro de alimentación eléctrica y a episodios de estados de la mar extremadamente fuertes que reducen el rango de los sensores de HF. Los datos de "medida pura" y los productos de los modelos fueron



El modelo de circulación asimila los datos de corrientes "instantáneas", los extrapola a un área mayor, y los vectores de corriente son convertidos a valores integrados para una profundidad de 10 m

recibidos entusiastamente por el personal del VTS. Fue particularmente alentador que pilotos experimentados pudiesen confirmar las características más importantes de la corriente costera; una corriente predominante en forma de chorro moviéndose hacia el norte, aproximadamente a 10 km de distancia de la orilla de la isla con, sin embargo, cambios significativos en su posición, dirección e intensidad. De manera temporal, la corriente quedaría interrumpida mediante la propagación de remolinos que podrían cambiar la dirección hasta 180°. Se muestran ejemplos para ilustrar estas características. Se organizó una campaña auxiliar de campo para recoger datos para la posterior validación de los productos EuroROSE, tales como medidas de propagación de olas y de registros ADCP de la estratificación de la masa de agua.

Se organizó una reunión mixta de EuroROSE y ROSE junto con la primera fase del experimento de campo de Fedje, reuniendo a expertos europeos y de los Estados Unidos dedicados a proyectos afines. Se consideró de interés mutuo el aprendizaje de los desarrollos de los demás y el ayudar a promover esta excitante nueva tecnología hacia nuevas aplicaciones. En la reunión, se celebró la primera fase exitosa del proyecto, según se informó en las páginas 320-322 del *Boletín* 49 (3).

En los Estados Unidos, los radares de HF se han usado ampliamente tanto en las líneas costeras del este como del oeste. La compañía de sondeo oceánico CODAR, fundada por Don Barrick, ofrece hoy dos variantes —el sistema CODAR original, que usa una antena radiogoniométrica de cuatro látigos, y un modelo *SeaSonde*, más compacto, que utiliza dos lazos cruzados y una antena de látigo sobre la parte superior de

un mástil—. Muchos radares CODAR se han puesto a funcionar en lugares tales como el Canal de Santa Bárbara y la costa de Oregón. El HiFAR (radar para la distribución de las ondas superficiales de alta frecuencia) es un programa conjunto entre la industria y las universidades financiado por la Oficina de Investigación Naval. Este sistema tiene similitudes con el EuroROSE y proporciona una vigilancia a nivel sinóptico de las condiciones oceánicas en más de 1 500 millas cuadradas.

Los radares de HF de ondas en superficie también se aplican en Australia, en Canadá y en Japón. En Japón, el Sistema de Radar Oceánico HF de Okinawa proporciona medidas de las olas y de la mar de fondo en la bahía de Tokio. En Canadá, los Sistemas de Radar del Norte hacen funcionar un radar de HF en Cape Race, Terranova, que detecta el estado de la mar, las corrientes, los icebergs, los barcos y los aviones. En Australia, un grupo de investigación en olas superficiales de la Universidad James Cook se centra en las interacciones entre el aire y el mar. Australia también tiene grupos trabajando en los sistemas de onda espacial para diferentes aplicaciones.

Tanto los radares de HF como los de banda X, más allá de cualquier duda, han probado su potencial en la vigilancia oceanográfica costera. Hay una clara ventaja en tener el sistema en tierra, lo que proporciona un acceso más fácil en el caso de las acciones de mantenimiento y reparación. Sin embargo, la mayor ventaja es la capacidad de cubrir áreas bastante extensas, tales como las de aproximación a puerto, donde la navegación precisa de los superpetroleros requiere una alta calidad en las medidas de las corrientes. Esta información, dada sólo en unos pocos emplazamientos, no es suficiente y debe proporcionarse en la forma de un mapa, de manera que los capitanes de los barcos puedan observar la variación de las corrientes con la distancia y con el tiempo a lo largo de su ruta. La información del mapa de corrientes también entra en juego en los casos de eliminación de vertidos de petróleo, donde se han planificado medidas de respuesta importantes con el fin de proteger ciertas áreas vulnerables.

La tecnología de HF necesita también algún desarrollo con el fin de convertirse en una herramienta normalizada para la vigilancia costera operativa. Un aspecto es la configuración y la localización de los sistemas de antena. Hay diferentes sistemas prototipo y unos pocos sistemas comercializados en todo el mundo. Los sistemas de conformación de haz requieren dispositivos de antenas, que exigen espacio y pueden presentar dificultad en el caso de adquisición complicada de terreno. En una costa accidentada tal como la de Noruega, las islas ofrecen muchas oportunidades

para emplazamientos de radar, pero no siempre resultan ideales en términos de alimentación eléctrica, transferencia de datos y coberturas de área. A lo largo de una suave línea costera tal como la de Holanda, la adquisición de terreno puede ser difícil debido al uso público de las playas. Las técnicas radiogoniométricas emplean antenas mucho más simples, pero pueden necesitar una aclaración relativa a su funcionamiento en la resolución acimutal. Además, los escenarios de usuarios específicos pueden necesitar unos determinados requisitos para un sistema de vigilancia basado en HF. Las características del tráfico y otras actividades del área influirán en la configuración de un sistema de vigilancia, como lo harán los aspectos dominantes de las corrientes y de las olas, en particular debido a la topografía del fondo marino.

Finalmente, la tecnología requiere una fuerte industria de fabricación y de servicios, que pueda ser lo suficientemente flexible para atender la variabilidad de los requisitos de usuario.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Profesora Lucy Wyatt, de la Universidad de Sheffield, en el Reino Unido, y al Dr. Klaus-Werner Gurgel, de la Universidad de Hamburgo, en Alemania, por sus contribuciones y consejos en la preparación de este informe.

## Referencias

- WYATT, L. R., 1997: The ocean wave directional spectrum, número especial incluido en "High Frequency Radars for Coastal Oceanography", *Oceanography* 10(2), 85-89.
- WYATT, L. R., S. P. THOMPSON y R. R. BUTON, 1999: Evaluation of HF radar wave measurement, *Coastal Engineering*, 37, 259-282.
- GRABER H. C., J. GUDDAL, T. KRUISE, W. ROSENTHAL, L. R. WYATT, C. GRANT, P. BROCHE, K.-W. GURGEL y J. C. NIETO BORGE, 1998: Sea State Monitoring as a VTS Modules. Incluido en *Actas de la Conferencia de la IALA*, Hamburgo, Alemania, junio de 1998.
- REICHERT K., J. C. NIETO BORGE, J. DITTMER, 1998: WaMoS II: An operational Wave Monitoring System, OI 98 Brighton, *Actas de la Conferencia*, Vol. 3, 455-462.
- NIETO BORGE, J. C., K. HESSNER, K. REICHERT, 1999: Estimation of the Significant Wave Height with X-Band Nautical Radars. Incluido en *Actas de OMAE'99*. St. John's, Terranova, 11-16 de julio de 1999.
- ESSEN, H.-H., K.-W. GURGEL y Th. SCHLICK, 1999: On the accuracy of current measurements by means of HF radar. Enviado a IEEE Journal of Oceanographic Engineering.
- THE EUROROSE GROUP, 1998: EuroROSE European Radar Ocean Sensing. Incluido en *Actas de la Conferencia del COST 714 "Provision and Engineering/Operational Application of Ocean Wave Spectra"*. París 21-25 de septiembre de 1998. WMO/TD- No. 938, 61-68.
- GÜNTHER, H., K. REICHERT, K.-W. GURGEL, G. EVENSEN, L. WYATT, J. GUDDAL y J. C. NIETO BORGE, 2000: The EuroROSE Project. Incluido en *Actas de la Decimosexta Confe-*

rencia Internacional de la Sociedad Meteorológica Americana sobre "Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography and Hydrology", 9-14 de enero de 2000. Long Beach, California, EE. UU., 214-217.

EVENSEN, G., 1994: Sequential data assimilation with a non-linear quasi-geostrophic model using Monte Carlo me-

thods to forecast error statistics. *J. Geophys. Res.*, 99 (C5), 10 143-10 162.

ROED, L. P., 1996: Modeling mesoscale features in the ocean. Incluido en: *Waves and Nonlinear Processes in Hydrodynamics*. J. Grue, B. Gjevik and J. E. Weber (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 383-396.

## Programas internacionales de desarrollo de la meteorología mundial



### *El papel de la Organización Meteorológica Internacional y de la Organización Meteorológica Mundial*

Por Mike BAKER \*

296

#### Introducción

Aunque la importancia de la meteorología como ciencia práctica ha sido evidente durante más de dos milenios, fue en 1662 cuando Lawrence Rooke sugirió que los marineros "embarcados en viajes largos" hicieran observaciones meteorológicas sistemáticas en barcos voluntarios de observación, casi 120 años antes de que se creara una red internacional de estaciones. Casi un siglo más tarde, en 1882, se organizó el primer programa internacional global de observaciones meteorológicas dentro del marco del Primer Año Polar Internacional (API). El predecesor inmediato de la Organización Meteorológica Mundial, la Organización Meteorológica Internacional (OMI), y su Comité Meteorológico Internacional se comprometieron en la planificación y en la organización del API, que fue el primero de una serie continua de programas internacionales de investigación meteorológica, que continúan actualmente con el Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC). Todos estos programas han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia y de la práctica de la meteorología y de la actual red mundial de observación.

#### Los Años Polares Internacionales y el Año Geofísico Internacional

Las observaciones tomadas durante el primer API se usaron para preparar mapas sinópticos diarios para una región continua que abarcaba altas latitudes septentrionales desde el oeste de Europa a América del

Norte, desde agosto de 1882 hasta agosto de 1883. Estos mapas han constituido la base de muchos estudios básicos de predicción del tiempo. Además, las observaciones aumentaron enormemente nuestro conocimiento de la circulación atmosférica en latitudes altas. La red de estaciones meteorológicas existentes o creadas especialmente abarcaba desde la Bahía de Lady Franklin, en el norte, hasta el Cabo de Hornos, en el sur, e incluía estaciones de zonas tanto templadas como ecuatoriales. Durante el Año hubo unos pocos intentos, sin mucho éxito, de hacer observaciones de "gran" altitud utilizando globos y cometas.

La propuesta para el Segundo API fue presentada a la OMI y, después, a la Conferencia Meteorológica Internacional de Copenhague de 1929. Dos razones que se esgrimieron fueron que el programa ayudaría a resolver los problemas de predicción del tiempo usando informes telegráficos y el estudio de las capas altas de la atmósfera usando radiosondas. El Año se celebró a pesar de la crisis financiera mundial, gracias a la generosidad de la Fundación Rockefeller, que ofreció una subvención de 40 000 \$ EE. UU. para la compra de equipo, incluidos 100 radiosondas y gracias a una subvención de 50 000 francos de oro de la Asociación Meteorológica Internacional (actualmente, Asociación Internacional de Meteorología y de Ciencias Atmosféricas) para la compra de radiosondas y de otra para la publicación de los resultados.

La OMI confió al *Deutsche Seewarte* la preparación de una serie de mapas sinópticos del hemisferio norte a las 12 GMT de cada día del Año. Desgraciadamente, con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial en 1939, no

\* Correo electrónico: Mike.Baker@wanadoo.fr