

PROGRAMA AEROLÓGICO AUTOMATIZADO A BORDO DE BUQUES (ASAP)

Por K. HEDEGAARD¹, A. GARCÍA-MÉNDEZ² y W. KEENAN³

Introducción

El Programa Aerológico Automatizado a Bordo de Buques (ASAP) proporciona sondeos in situ en zonas oceánicas pobres en datos y que son de importancia crucial para la Vigilancia Meteorológica Mundial. Éste es un medio rentable para obtener datos en altura en las áreas oceánicas; el coste de un sondeo aerológico ASAP es aproximadamente el quince por ciento del coste de uno realizado en un barco meteorológico e igual o menor al de un sondeo desde tierra. Esto hace del sistema ASAP una fuente de datos en altura sobre los océanos esencial y económica, como parte de un sistema oceánico mundial de observación, que da soporte además de a la Vigilancia Meteorológica Mundial, a otras muchas aplicaciones tales como los estudios del clima mundial.

Se acepta, generalmente, que los sondeos juegan un papel fundamental en la predicción tanto a escala mundial como regional. Son especialmente importantes en la predicción de la ciclogénesis, pero también sirven de referencia para calibrar datos de otras fuentes (p. ej. de los satélites). En diversas ocasiones se ha demostrado un significativo efecto positivo en las predicciones de los datos adicionales de radiosondeos sobre áreas oceánicas; p. ej. Heming (1990), demostró que los datos de sondeos in situ de un ASAP y de un Buque Meteorológico Oceánico tuvieron una gran influencia en la predicción a 24 horas de una tormenta atlántica que afectó al Reino Unido el 25 de enero de 1990. Recientemente, la importancia de los datos de sondeos in situ se evidenció durante los Experimentos de Sistemas de Observación (OSE) que se llevaron a cabo con los datos del FASTEX recogidos durante enero y febrero de 1997 en el área del Atlántico Norte (WMO, 1998). Esto confirma rotundamente la necesidad permanente de aumentar la información proveniente de sondeos in situ sobre los océanos.

Antecedentes

El ASAP, en su forma actual, comenzó a mediados de los ochenta y lo organizó el Comité de Coordinación del ASAP (ACC) creado por el Consejo Ejecutivo de la OMM en 1985. El programa creció

rápidamente y, desde principios de los noventa, la actividad operativa anual del ASAP ha sido de 5 000 a 5 500 sondeos ASAP en todo el mundo. Esta cantidad de sondeos aerológicos equivale, aproximadamente, a siete buques meteorológicos oceánicos dedicados a programas de observación similares.

Muchos programas nacionales utilizan el sistema INMARSAT-C para transmitir los datos ASAP al Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT). En general, la eficiencia de comunicación de este sistema es de un 99 por ciento, por lo que los datos del ASAP se difunden, a nivel mundial, con la misma efectividad que otros datos aerológicos. En general, la calidad de los datos ASAP es muy alta, comparable a la de los datos de los barcos meteorológicos oceánicos y con sondeos que alcanzan aproximadamente alturas medias de 22 km, los cuales pueden obtenerse utilizando globos de 200 a 300 g (considerados los mayores que pueden manejarse a bordo de un buque, donde las condiciones de lanzamiento son, frecuentemente, difíciles).



Lanzamiento de un globo en el Atlántico Norte en condiciones de tiempo borrascoso

El sistema ASAP original se desarrolló como una unidad modular dentro de un contenedor el cual podía ser instalado o retirado rápidamente de un buque de forma sencilla. El sistema estaba alojado, en su totalidad, dentro de un contenedor marítimo normalizado de 6,1 m (20 pies), especialmente modificado para ello. Incluía todos los equipos electrónicos y las antenas necesarias, un sistema

¹ Instituto Meteorológico Danés

² Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Plazo Medio

³ NOAA, Departamento de Programas Mundiales

FASTEX - Febrero de 1997 - 12 UTC

PROMEDIO DE ÁREA
29 estaciones en tierra

PROMEDIO DE ÁREA
11 unidades ASAP

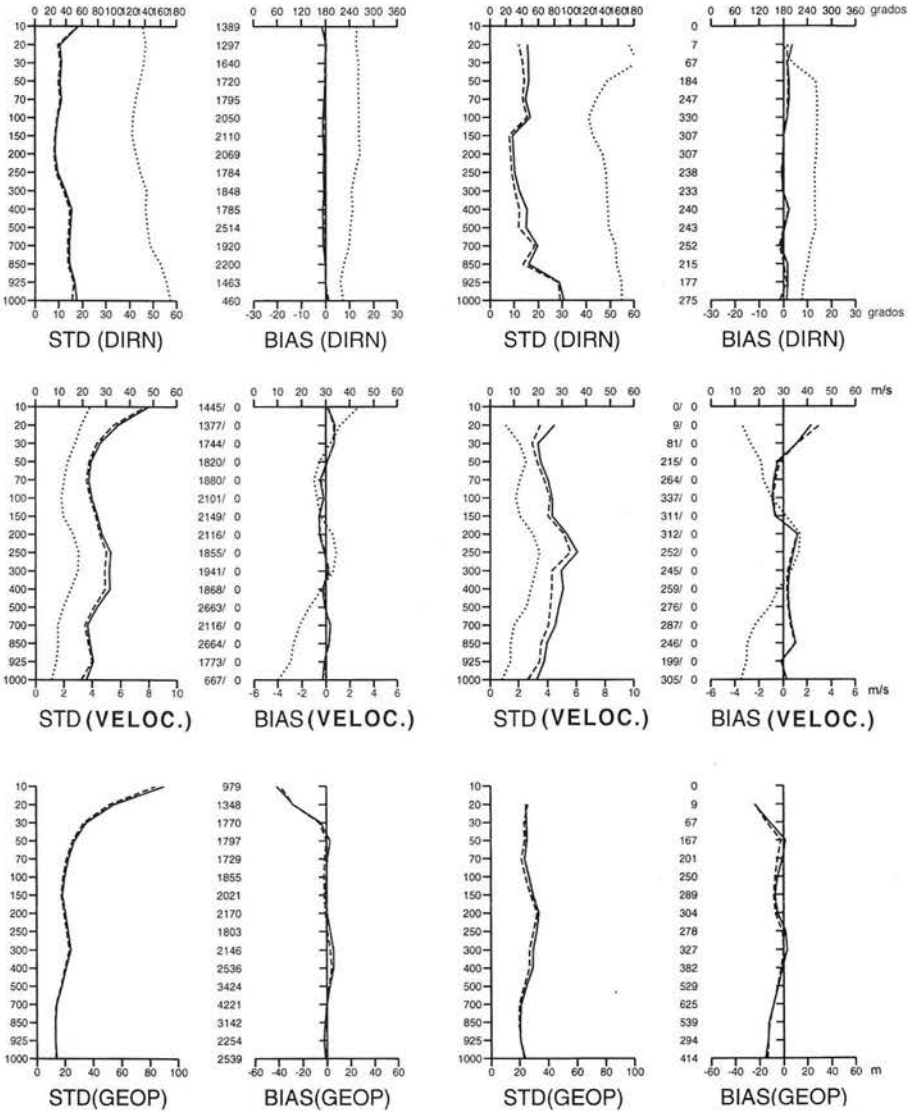


Figura 1 — Estadísticas medias de área de estaciones en tierra comparadas con ASAP, representadas en función de la altitud (en hPa en la escala vertical). La línea continua es OBS-FG (observación – primera aproximación) mientras que la línea de trazos es OBS-AN (observación – análisis) y dada en la unidad apropiada en las escalas más bajas. La curva de puntos en los diagramas de intensidad y de dirección representa el valor medio en el gráfico BIAS, mientras que en el gráfico STD representa la desviación media.

para el lanzamiento del globo, espacio para el almacenamiento de los elementos fungibles, como el helio, los globos y las sondas, y el

espacio adecuado para el trabajo del operador. Solamente exigía una conexión con la energía del buque y que estuviera asegurado en un espacio

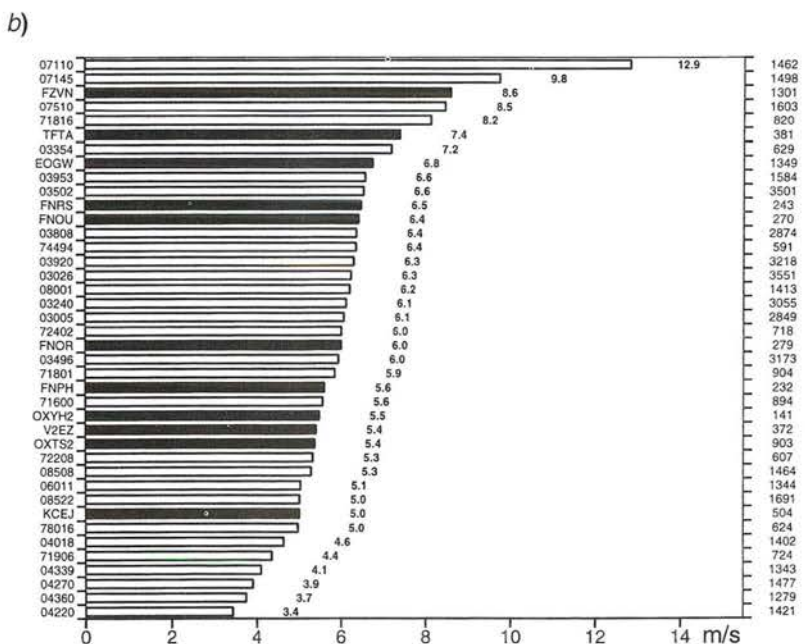
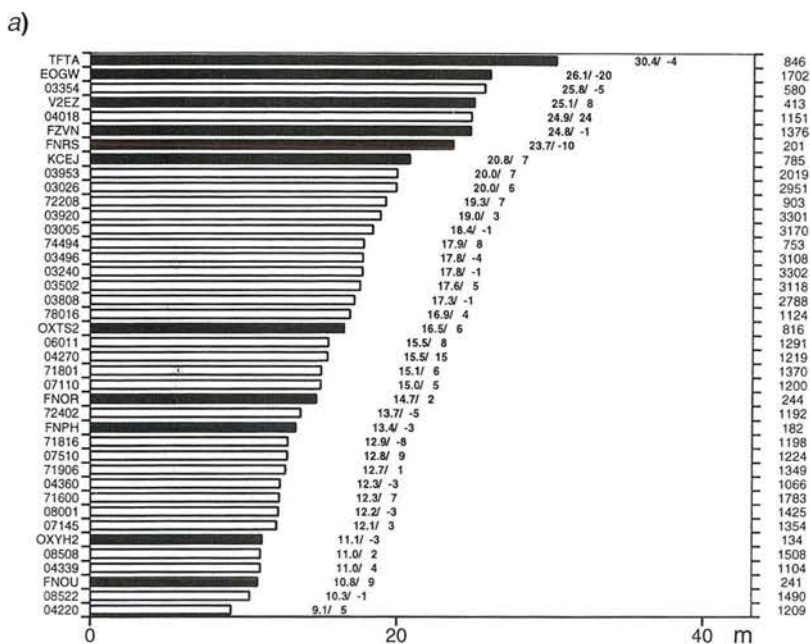


Figura 2 — Estadística media de (OBS-FG) del geopotencial y del viento de la capa 100/400 hPa de 40 estaciones con los valores de geopotencial que se muestran en (a) y los valores de viento en (b). Las estadísticas representan el promedio para todas las horas sinópticas (o sea, 00, 06, 12 y 18 UTC). Los ASAP se representan por barras compactas y las estaciones terrestres por barras en blanco. Los identificativos o los identificadores de las estaciones se representan en la escala de la izquierda, mientras que las cifras de la escala de la derecha indican el número de datos disponibles para calcular la estadística. Las cifras a la derecha de las barras son rms/bias para el geopotencial y el vector rms para el viento (*Fuente: CEPMMF*).

adecuado de la cubierta. El coste total de un sistema ASAP en un contenedor resultó que era igual o inferior al de una nueva estación aerológica terrestre.

Algunos países en las operaciones utilizan personal especializado, generalmente funcionarios de su servicio, para realizar los sondeos, mientras

que otros utilizan como operadores a las tripulaciones de los buques. El coste de los sondeos ASAP depende de la elección de los operadores; la opción de coste mínimo, utilizando como operadores a la tripulación del buque, se encontró que era aproximadamente el quince por ciento del coste de un sondeo de un buque meteorológico. Esto es comparable, o inferior al coste de una estación terrestre.

Este sistema ASAP alojado en su totalidad en un contenedor tiene ventajas claras en el flexible entorno marítimo actual y se adapta fácilmente a los cambios bruscos de las rutas marítimas, simplemente trasladando el equipo a otro buque más adecuado para las operaciones ASAP. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto que el posible número de buques que son capaces de acomodar este sistema es limitado. Esto es debido a la necesidad de un amplio espacio en cubierta, sin obstáculos y de fácil acceso.

Se ha diseñado una configuración alternativa del sistema para mejorar la versatilidad del concepto ASAP, es el sistema "distribuido". Éste está limitado esencialmente a los equipos electrónicos necesarios, los cuales se instalan en los espacios existentes del buque accesibles a un operador, generalmente en el puente o en su proximidad. Los elementos fungibles se almacenan en los espacios adecuados a bordo y se pueden emplear técnicas de lanzamiento manuales o remotas. Alternativamente puede usarse un pequeño contenedor de 3,05 m (10 pies) para el lanzamiento y para almacenar los fungibles. Los costes totales del sistema distribuido se reducen considerablemente porque no se necesita un contenedor especialmente modificado. Aunque este sistema no puede instalarse o retirarse con tanta facilidad, es un medio más ampliamente utilizable porque puede instalarse en una mayor variedad de buques.

Los últimos avances en los equipos de sondeo han reducido los requisitos de espacio en cubierta. Esto ha hecho posible acomodar los equipos electrónicos dentro del contenedor de 3,05 m que incluye el sistema de lanzamiento. Esto proporciona además, otra alternativa para adaptar un sistema ASAP a un buque, ofreciendo así más posibilidades de que se cumplan los requisitos exigidos por las compañías navieras para instalar un sistema ASAP.

En las valoraciones más recientes del coste medio del ASAP realizadas por el ACC (septiembre de 1997), se calculó que el coste total del equipo ASAP, es decir, el equipo de sondeo y el sistema de lanzamiento, era de 150 000 \$ EE.UU. y el coste del material fungible de cada sondeo ASAP se estimó en 175 \$ EE.UU., usando sondas GPS. Hay que añadir una gratificación a la tripulación del buque por realizar los sondeos. El trabajo que supone realizar un sondeo y, en consecuencia,

la gratificación, depende de la configuración utilizada y del grado de automatización. Incluyendo una depreciación del diez por ciento y algunos gastos por el traslado del equipo, se estima un coste anual de unos 100 000 \$ EE.UU. para un ASAP que realice 350 sondeos al año.

Control de los datos y estadísticas sobre la calidad de los mismos

El Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPMMP), como centro designado por la OMM/CSB para el control de calidad de las observaciones pilot y de los radiosondeos, controla continuamente los datos ASAP y suministra una información detallada de su calidad a algunos operadores individuales mediante acuerdos bilaterales.

Météo-France gestiona un Centro de Vigilancia ASAP con el objetivo principal de controlar la eficiencia de la transferencia de datos ASAP al SMT, incluyendo la comparación a nivel de carácter entre los datos recibidos del SMT y los datos suministrados por los operadores, a tiempo diferido, es decir, datos archivados en el buque. Esto tiene por objeto determinar el nivel de corrupción del proceso de comunicación.

La calidad de los datos ASAP es alta y comparable a la de los datos de los equipos de sondeo instalados en tierra. Esto puede comprobarse comparando las observaciones con los valores del modelo de primera aproximación (OBS-FG) para datos únicamente de estaciones terrestres y datos únicamente ASAP. Esto ha sido hecho en el CEPMP que ha vuelto a calcular las estadísticas usando archivos históricos de febrero de 1997, cuando el FASTEX estaba en operación. Durante la campaña FASTEX, la mayoría de los ASAP y de las estaciones costeras del Atlántico Norte realizaron sondeos cada seis horas. Los dos grupos de estaciones usadas fueron las siguientes:

Estaciones FASTEX instaladas en tierra (29)

03005	03953	07145	71906
03026	04018	07510	72208
03240	04220	08001	72402
03354	04270	08508	74494
03496	04339	08522	78016
03502	04360	71600	
03808	06011	71801	
03920	07110	71816	

Unidades ASAP (11)

EOGW	FNRS	OXYH2
FNOR	FZVN	TFTA
FNOU	KCEJ	V2EZ
FNPB	OXTS2	

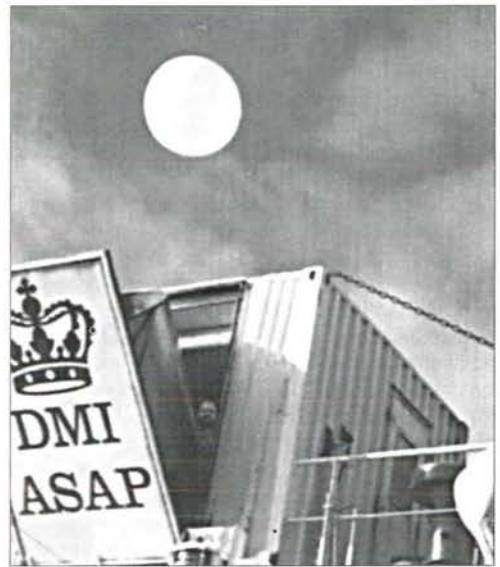
La Figura 1 representa la estadística vertical compuesta de geopotencial y de viento promediada en dos tipos diferentes de estaciones: las instaladas en tierra y las ASAP. Los valores

medios de la dirección y de la velocidad del viento (línea de puntos en los perfiles verticales) indican claramente un intenso flujo del oeste con una corriente en chorro de 40 m/s de media a unos 250 hPa. El perfil compuesto de las 11 unidades ASAP presenta un aspecto semejante. La intensidad del viento (STD) es semejante para el ASAP y para los equipos instalados en tierra con un máximo, como era de esperar, al nivel de la corriente en chorro, de aproximadamente 6 m/s. Al evaluar las estadísticas de viento debe tenerse en cuenta la presencia de varias unidades ASAP en áreas muy activas próximas al eje de la corriente en chorro.

Las estadísticas del geopotencial revelan valores semejantes de STD para ambos grupos, aunque en el grupo ASAP aparece una pequeña desviación negativa de aproximadamente 10 m. De nuevo, debe tenerse en cuenta la presencia de unidades ASAP en áreas atlánticas muy activas.

La Figura 2 muestra las estadísticas medias de la capa 100-400 hPa para 40 estaciones, los valores de geopotencial aparecen en la figura 2(a) y los valores de viento en la figura 2(b). Las estadísticas representan el promedio sobre todas las horas sinópticas, o sea, 00, 06, 12 y 18 UTC. Las estaciones se han clasificado de acuerdo a potenciales decrecientes r.m.s. y a diferencias decrecientes del vector viento r.m.s. de (OBS-FG). Las comparaciones del geopotencial presentan en el extremo de los histogramas varias unidades ASAP con valores r.m.s. de aproximadamente 30 m, que no es un gran r.m.s., teniendo en cuenta, una vez más, que varias unidades ASAP operaron cerca del eje de la corriente en chorro. El vector viento r.m.s. presenta valores de unos 7 a 8 m/s para varias unidades ASAP. Este vector r.m.s. puede considerarse razonable debido a varios casos en los que se produjo un ligero error en la situación de la corriente en chorro del FG, que repercute en las estadísticas.

Estas exhaustivas estadísticas basadas en



Se utiliza un contenedor de 3,05 m para el lanzamiento en su sistema ASAP "distribuido"

los productos del modelo del CEPMMMP comparados con los datos recopilados durante FASTEX, demuestran claramente que los sondeos de la atmósfera superior ASAP tienen el mismo nivel de calidad que los de las estaciones de radiosondeos instaladas en tierra.

Estado actual y expansión prevista del ASAP

La siguiente tabla representa el número anual de sondeos en los años 1994-1998 realizados por los diversos países operadores. Durante los dos últimos años, el número de sondeos ASAP ha disminuido algo, pero la mayoría de los operadores esperan volver pronto al nivel de actividad previo. Parte de la disminución puede atribuirse a la desaparición del sistema Omega, ya que algunos operadores han decidido no modificar, por el

Número de sondeos ASAP en todo el mundo, 1994-1998
(Las cifras son las suministradas al ACC. Los datos de 1998 son provisionales)

	1994	1995	1996	1997	1998
Alemania	1 925	2 147	2 061	1 439	1 196
Dinamarca	806	772	772	954	683
EE.UU.		366	277	418	162
España	77	174	130	78	0
Federación Rusa			109	84	141
Francia	1 389	1 336	1 249	1 383	1 364
Japón	530	630	707	747	675
Reino Unido	287	110	145	53	0
Suecia - Islandia		35	259	331	265
Total	5 014	5 570	5 709	5 487	4 486

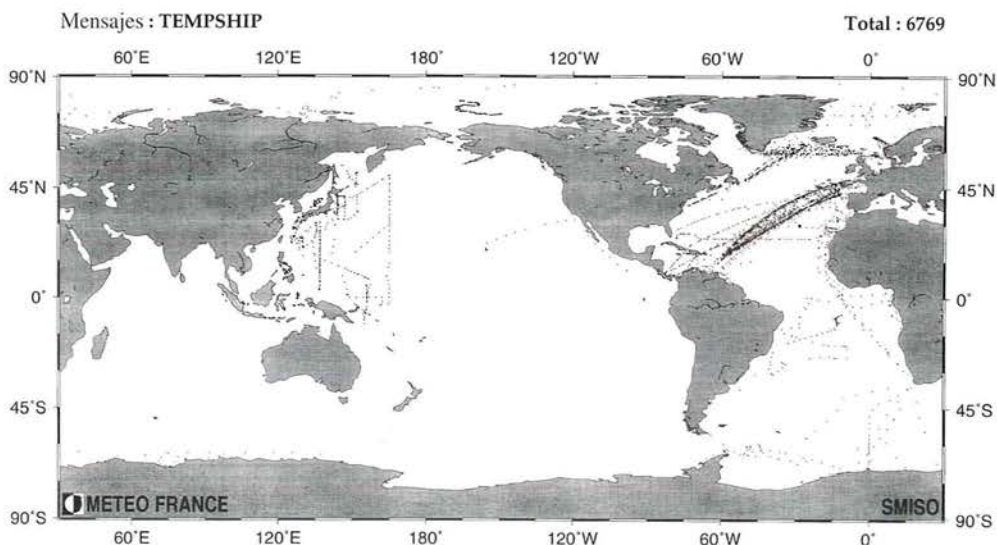


Figura 3 — Distribución mundial de los datos ASAP y otros datos TEMP SHIP tomados en 1998 (Por cortesía de *Météo-France*)

momento, sus sistemas ASAP con métodos alternativos de determinación del viento.

Los países operadores que pertenecen al ACC son los siguientes, con el número de sus unidades ASAP entre paréntesis: Alemania (5), Dinamarca (2), EE.UU. (2), España (1), Federación Rusa (1), Francia (4), Japón (5), Reino Unido (1) y Suecia-Islandia (1).

La Figura 3 representa la distribución mundial de los datos del ASAP y de otros datos TEMP SHIP tomados en 1998. La distribución muestra que una gran mayoría de las observaciones está tomada en el Atlántico Norte, mientras que existen amplias lagunas de datos tanto en el norte como en el sur del océano Pacífico y en el océano Índico. El Atlántico Sur también tiene una cobertura considerablemente inferior a la del Atlántico Norte. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el mapa representa solamente el número total de observaciones ASAP durante 1998 y aunque el Atlántico Norte aparece bastante bien cubierto con los ASAP, el número típico de observaciones ASAP es de sólo cuatro o cinco en una sola hora sinóptica (00 ó 12 UTC) para toda el área y, en consecuencia, es también pobre en lo que se refiere a datos de perfiles.

Para expandir el ASAP mundialmente el programa futuro de trabajo del ACC incluye visitas promocionales a países seleccionados en el hemisferio sur para estimular y apoyar la puesta en operación del ASAP en estas áreas oceánicas

pobres en datos, posiblemente mediante algún tipo de plan conjunto de financiación.

Dentro del Atlántico Norte se espera una mayor expansión en los próximos años. El Reino Unido comenzará a operar un ASAP en la ruta entre Londres y Montreal. EUMETNET, red que agrupa a dieciocho Servicios Meteorológicos Nacionales Europeos, tiene proyectado comenzar un programa piloto optativo de ASAP, denominado E-ASAP. Su finalidad es operar dos ASAP, uno en una ruta en el Mediterráneo y el otro en una ruta entre el Canal de la Mancha o el mar de Irlanda y la costa oriental de América del Norte. Los miembros de EUMETNET financiarán el E-ASAP teniendo en cuenta las actividades actuales que proporcionan datos de perfiles aerológicos sobre los océanos.

Hay, por lo tanto, buenas razones para creer que en los próximos años se producirá un incremento de la cantidad de datos in situ de perfiles aerológicos en las áreas oceánicas pobres en datos en beneficio de la predicción numérica del tiempo.

Referencias

- WMO, 1998: Impact of Various Observing Systems on Numerical Weather Prediction. J. PAILLEUX (Ed.). World Weather Watch Tech. Rep. No. 18, 198 pp.
- HEMING, J. T., 1990. The impact of surface and radiosonde observations from two Atlantic ships on a numerical weather prediction model forecast for the storm of 25 January 1990. *Met. Mag.*, Vol. 119, pp. 249-259. □

