

EL SISTEMA POLAR DE LA EUMETSAT

LAS OBSERVACIONES DESDE EL ESPACIO EN EL SIGLO XXI

Por Tillman MOHR*

Perspectiva histórica

EUMETSAT, la Organización Europea para la Explotación de los Satélites Meteorológicos, se creó en 1986 y actualmente consta de 17 estados europeos Miembros: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía. El objetivo principal de la EUMETSAT, según se dispone en su Convenio, es crear, mantener y explotar los sistemas europeos de satélites meteorológicos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial. En un nuevo Convenio revisado, que se prevé que se ratifique plenamente en breve, se añade como otro nuevo objetivo el contribuir a la vigilancia operativa del clima y a la detección del cambio climático mundial. En este estatuto, la EUMETSAT tiene el mandato adicional de suministrar a Europa servicios operativos relativos a la vigilancia a largo plazo de la Tierra, de su atmósfera y de sus océanos.

Para cumplir sus objetivos, desde enero de 1987 la EUMETSAT ha suministrado cada media hora imágenes en 3 bandas espectrales, obtenidas por sus satélites geoestacionarios METEOSAT. Para asegurar la continuidad de este servicio, se está diseñando un nuevo sistema de satélites, los METEOSAT de Segunda Generación (MSG), que comenzará su actividad en el año 2000. El MSG suministrará imágenes en 12 canales espectrales a intervalos de 15 minutos. El actual sistema METEOSAT proporcionará cobertura hasta que el MSG esté en funcionamiento.

Desde que en 1960 los EE. UU. lanzaron el primer satélite meteorológico, ha habido avances considerables en los sistemas de observación y en los modelos que utilizan los datos recibidos. Aunque los satélites meteorológicos tienen una vida relativamente breve, el volumen de sus datos de cobertura mundial supone una contribución notable a la meteorología operativa, al uso del suelo, a los estudios de los océanos y a la vigilancia del clima.

Desde 1977, los EE. UU. han mantenido en funcionamiento dos satélites meteorológicos civiles, en órbitas polares complementarias, los cuales han suministrado un valioso caudal de datos mundiales a intervalos de unas 6 horas. Este período de observación responde a las necesidades concretas de la meteorología y la climatología. Los perfiles atmosféricos detallados que suministran los satélites de órbita polar se complementan con un conjunto de satélites meteorológicos de órbita geoestacionaria. El sistema mundial de estos satélites geoestacionarios lo componen la EUMETSAT, los EE. UU., la Federación Rusa, la India y Japón. También China tiene previsto iniciar en un futuro próximo un sistema geoestacionario. El conjunto de los satélites de órbita polar y los geoestacionarios constituye el componente espacial del sistema Mundial de Observación de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM. El suministro de los datos procedentes de todos los sistemas de satélites meteorológicos está bien coordinado bajo los auspicios de la OMM y del Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos.

El futuro

Los EE. UU. dan por supuesto que Europa se hará cargo de una parte del futuro sistema de observación, por lo que han informado que desde principios del siglo próximo su Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) sólo ofrecerá la cobertura de un satélite de órbita polar, el cual pasará sobre el ecuador por la tarde. En 1992 la EUMETSAT elaboró un programa preparatorio que fijaba la estructura oficial de las actividades iniciales para crear un Sistema Polar de la EUMETSAT (EPS). El objetivo del EPS es disponer de satélites que crucen el ecuador por la mañana (09h30), a fin de asegurar la continuidad de los datos cada 6 horas. El EPS será un componente de un sistema conjunto europeo-estadounidense de satélites, conocido como el Sistema Polar Conjunto Inicial, que asegurará la compatibilidad de los datos mediante el intercambio de instrumentos. Más adelante, los EE. UU. tienen previsto unificar sus sistemas civil y militar de satélites meteorológicos, y entonces ofrecerán una segunda órbita matinal. Con ello quedará formado el

* Director de la EUMETSAT

Sistema Polar Conjunto Final, compuesto por un satélite de la EUMETSAT y dos de los EE. UU.

El programa del EPS

Estado actual del EPS

Organizar un sistema de satélites meteorológicos es complejo y ha supuesto bastante más de 5 años de estudio, investigación y planificación, coordinados cuidadosamente, por parte de la EUMETSAT y de la Agencia Espacial Europea (AEE). Durante la fase preparatoria del programa se perfeccionaron repetidas veces los instrumentos que irán a bordo, y en 1996 se fijó el coste máximo del programa EPS en 1,569 billones de ECU (1,779 billones de \$ EE. UU.), con una contribución financiera adicional de la AEE.

La Resolución del EPS, en la que se definen todos los aspectos del Programa, se dedicó por votación del Consejo de la EUMETSAT en diciembre de 1996 y se espera que los Estados Miembros la aprueben en los próximos meses. Hasta que se alcance la aprobación plena, las actividades preparatorias esenciales se están realizando gracias a acuerdos eventuales especiales autorizados por el Consejo de la EUMETSAT.

Contenido del programa del EPS

El programa del EPS incluye las disposiciones para construir y lanzar 3 satélites METOP (el primer lanzamiento está previsto para finales del año 2002) y para organizar la correspondiente infraestructura en tierra, así como las disposiciones para las operaciones rutinarias durante un período de 14 años, a partir de la fecha del primer lanzamiento.

Los satélites METOP

A partir de las tecnologías actuales que desarrolló la AEE, se van a hacer adaptaciones de las que saldrán

los 3 satélites METOP del Programa del EPS, los cuales tendrán una masa total de unas 4,4 toneladas. Irán estando disponibles satélites sucesivos a los 18 meses del lanzamiento de su predecesor, y los lanzamientos están programados normalmente a intervalos de 4 años y medio. Los satélites volarán en órbita polar sincrónica con el Sol a una altitud media de 840 km, circundando la Tierra cada 102 minutos y cruzando el Ecuador a las 9h30, hora local.

Los instrumentos de a bordo

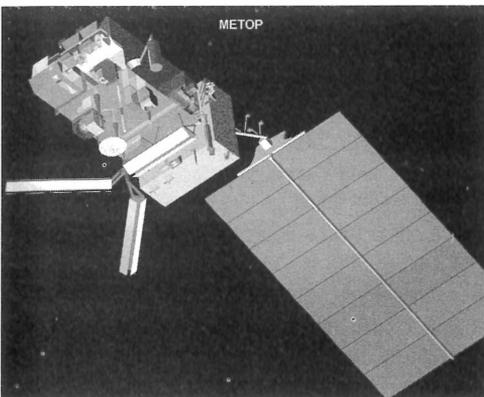
Cada satélite METOP llevará a bordo un conjunto de 11 instrumentos (véase el cuadro de la página siguiente) junto con varios sistemas de comunicaciones. Éstos se encargarán de las funciones normales de telemetría del satélite y del manejo del mismo, así como de enviar los datos mundiales a la estación de la EUMETSAT en tierra y de emitir continuamente datos a las estaciones locales que los utilizan.

El EPS analizará las necesidades internacionales y actuará en el marco de la estructura de varios acuerdos clave:

- la EUMETSAT y la AEE diseñarán conjuntamente la nave espacial METOP, junto con el difusómetro del viento (ASCAT), el instrumento para vigilar el ozono (Experimento Mundial de Vigilancia del Ozono (EMVO) y el sondeador con limbo basado en el GPS (GRAS);
- la EUMETSAT se encargará del sondeador de humedad por microondas (MHS) para los satélites METOP y los de la NOAA; diseñará el segmento de tierra y se responsabilizará totalmente del conjunto del sistema y de su funcionamiento; también se encargará de los servicios de lanzamiento;
- el Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia aportará el dispositivo DCS-Argos y el interferómetro para los sondeos atmosféricos por infrarrojos (IAS), instrumento diseñado en cooperación con la EUMETSAT;
- la NOAA suministrará un sondeador de temperaturas por microondas (AMSU-A), un sondeador por infrarrojos de la generación actual (HIRS), un radiómetro para imágenes de visible y de infrarrojo (AVHRR), la unidad de Vigilancia del Medio Ambiente Espacial y el dispositivo de Búsqueda y Rescate (S&R) (esto último es una misión humanitaria en cooperación con Francia y Canadá).

La infraestructura del EPS en tierra

Los datos mundiales almacenados a bordo del



Dibujo artístico del satélite METOP

Instrumental a bordo de los satélites METOP del Sistema Polar de la EUMETSAT

(*Instrumentos actualizados previstos para el METOP-3)

| <i>Instrumento</i> | <i>Nombre completo</i> | <i>Funciones</i> |
|--------------------|--|--|
| AMSU-A* | Sonda Avanzada por Microondas Unidad-A | Mide la temperatura de la atmósfera mundial en todas las condiciones meteorológicas |
| MHS | Sondeador de humedad por Microondas | Mide la humedad de la atmósfera mundial |
| HIRS | Sondeador de Alta Resolución por Infrarrojos | Hace medidas operativas de la temperatura de la atmósfera mundial en ausencia de nubes |
| IASI | Interferómetro para Sondeos de la Atmósfera por Infrarrojos | Hace un sondeo detallado de la atmósfera mundial |
| GRAS | Receptor del Sistema Mundial de Navegación por Satélites empleado para Sondeos de la Atmósfera | Mide la temperatura de la atmósfera superior con gran resolución vertical |
| AVHRR* | Radiómetro Avanzado de Resolución Muy Alta | Toma imágenes mundiales de las nubes, y de las superficies del suelo y de los océanos con una resolución de 1,1 km en el nadir |
| DCS-Argos | Sistema Concentrador de Datos-Argos | Localiza plataformas en la superficie o en la atmósfera y retransmite datos del medio ambiente |
| GOME-2* | Vigilancia Mundial del Ozono, Experimento-2 | Mide perfiles del ozono y de otros componentes de la atmósfera superior |
| ASCAT | Difusómetro Avanzado | Mide velocidades de los vientos cerca de la superficie por encima de los océanos |
| SEM | Dispositivo de Vigilancia del Medio Ambiente Espacial | Detecta el flujo de partículas cargadas procedentes del plasma solar |
| S&R | Búsqueda y Rescate | Alerta a los servicios de emergencia y ayuda a localizar a la fuente emisora |

METOP se enviarán a la Estación de Mando y Obtención de Datos del Sistema Polar de la EUMETSAT cuando éste pase cerca de ella. Después, los datos se transmitirán a través de enlaces de gran velocidad a las instalaciones centrales de la EUMETSAT en Darmstad, Alemania, para su proceso y distribución. Los datos de las órbitas sin visibilidad, en caso de que haya, se obtendrán de la estación de la NOAA en Fairbanks, Alaska, que también actuará como estación de reserva. Merced a un acuerdo bilateral se asegura el acceso a los datos procedentes de los satélites de órbita polar de la EUMETSAT y a los de la NOAA.

Las instalaciones centrales de la EUMETSAT procesarán los datos mundiales y ejercerán ciertas funciones relacionadas con el control de calidad a largo plazo. Los productos meteorológicos se generarán no sólo en la instalación central de proceso, sino también en las Instalaciones para las Aplicaciones de los Satélites ubicadas en varios centros repartidos por Europa. Estas instalaciones de la EUMETSAT se complementarán con las estaciones propiedad de los usuarios que se hayan diseñado para recibir cualquiera de los dos canales de emisión

directa por los que transmitirán continuamente los METOP. Al recibir, bien las transmisiones de imágenes de baja resolución, bien las transmisiones de imágenes de alta resolución, el usuario tendrá acceso varias veces al día a muchos de los datos de los METOP y de la NOAA correspondientes a una superficie de más de 1 000 km de radio alrededor de la estación local.

Las aplicaciones del EPS

La atmósfera

Una función principal del EPS es vigilar la atmósfera mundial. Gracias a su capacidad de sondeos operativos y a dos nuevos instrumentos (el MHS y el IASI), el EPS suministrará datos mundiales de temperatura y de humedad de todo el espesor de la atmósfera, con una precisión sin precedentes. Estos datos de gran calidad son absolutamente necesarios para poder mejorar la predicción numérica del tiempo en el mundo. Mediante su misión de toma de imágenes, el EPS suministrará mapas mundiales de la cobertura nubosa, vital para vigilar el tiempo y el clima, así como para detectar los temporales violentos en todo el mundo y seguir su trayectoria. El EPS resaltarà los

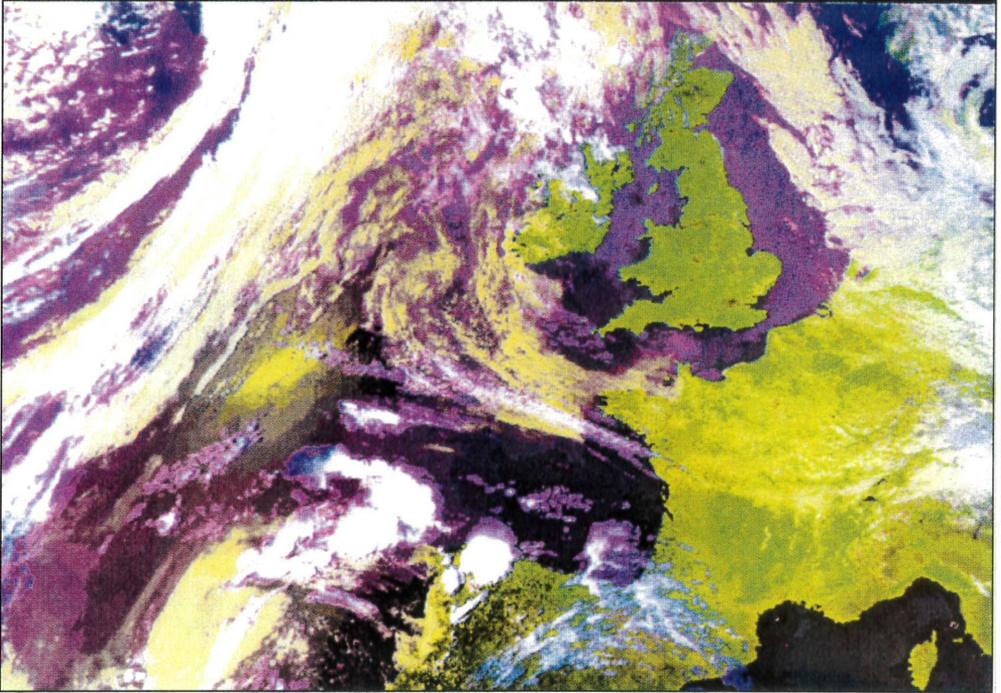
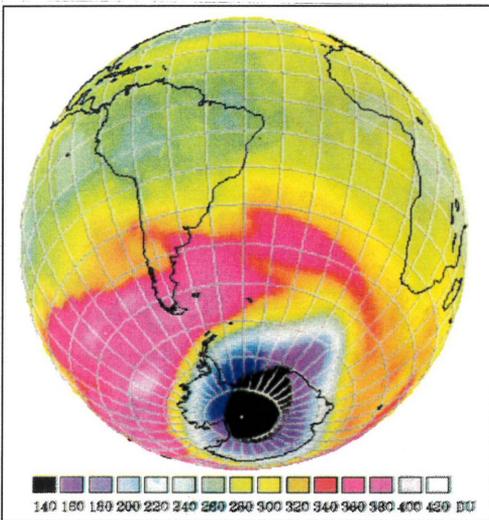
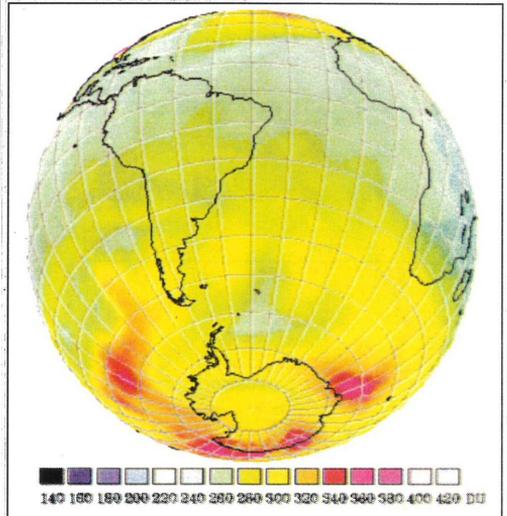


Imagen multispectral obtenida a partir de los datos del AVHRR de la NOAA (de Trevor Smithers)



Ozono total asimilado a las 00h00 del 13 de octubre de 1996



Ozono total asimilado a las 00h00 del 21 de diciembre de 1996

El EPS vigilará las enormes variaciones estacionales del ozono: imágenes obtenidas por el instrumento GOME-2 instalado a bordo del satélite ERS-2 de la AEE (imágenes cedidas amablemente por A. PETERS)

detalles de esos temporales por su capacidad de medir los vientos en superficie, incluso en presencia de nubes. El EPS proporcionará productos como la imagen multiespacial de la página anterior.

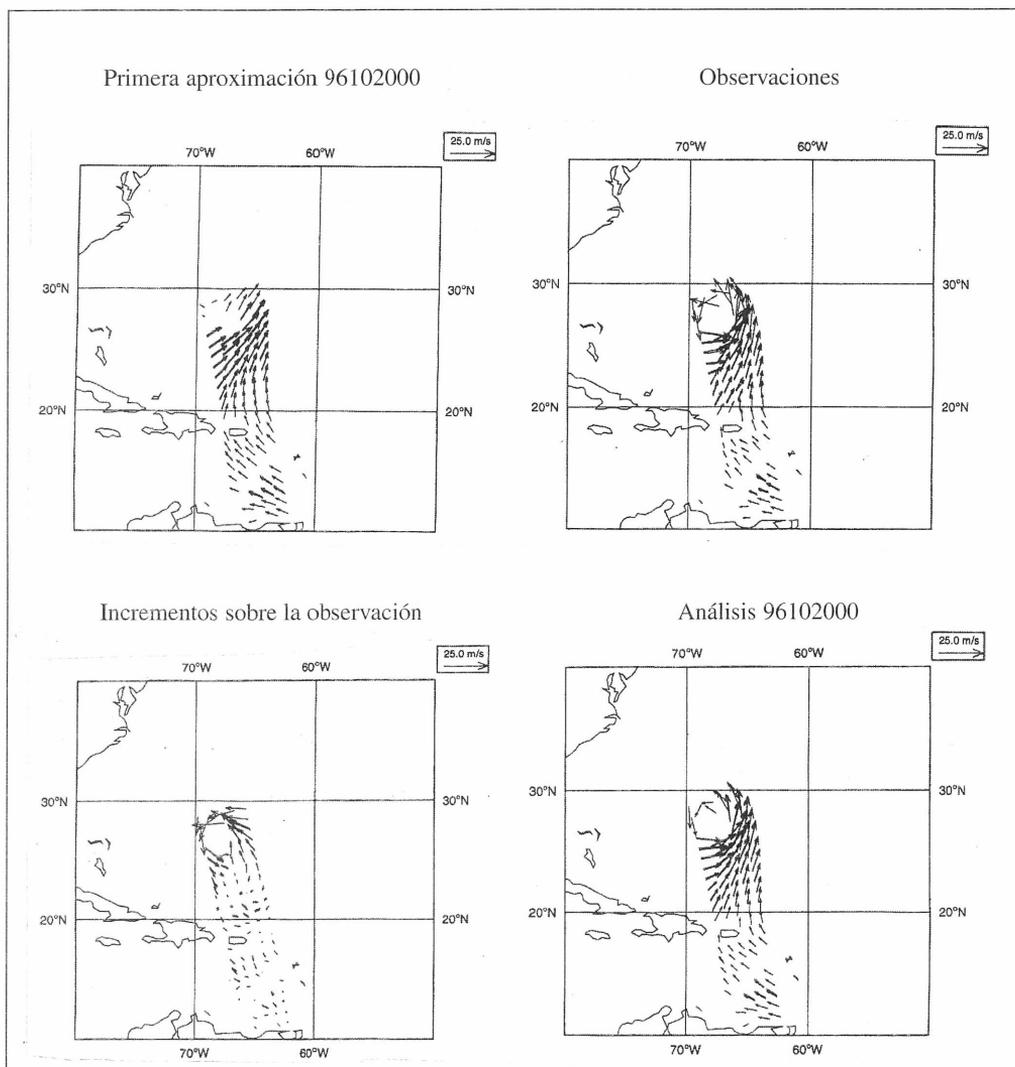
La preocupación por la destrucción del ozono en la atmósfera superior ha movido a una acción intergubernamental, debido al aumento de radiación ultravioleta que está llegando a la Tierra y a su efecto sobre el calentamiento mundial. El EPS vigilará continuamente la distribución del ozono (y de otros elementos en trazas) en la atmósfera superior, y constituirá una comprobación independiente del éxito de las medidas de control. La misión de toma de imágenes permitirá también detectar y vigilar la actividad volcánica en cualquier parte del mundo, para poder

dar avisos a la aviación (el polvo volcánico puede parar los motores a reacción) y también porque las grandes erupciones son una de las causas del cambio climático.

La superficie del suelo

Además de las imágenes de nubes y de temporales, la misión de toma de imágenes que realizarán los satélites METOP del EPS tiene otras muchas aplicaciones. En vanguardia de ellas está la capacidad de vigilar el crecimiento de la vegetación, en especial durante la época de crecimiento activo. Merced a esa capacidad, se podrán calcular las cosechas, con implicaciones económicas y humanitarias importantes.

También se podrá evaluar la extensión de la



Vientos a niveles bajos por encima de los océanos, obtenidos a partir de los datos del difusómetro instalado a bordo del satélite ERS-2 (ilustración cedida amablemente por el CEPMPM)

capa de nieve, con implicaciones importantes para la escorrentía de agua, el abastecimiento de energía hidroeléctrica, el transporte y las actividades turísticas; y también como indicador del cambio climático o como factor que contribuye al mismo.

La superficie de los océanos

En virtud de su gran capacidad calorífica y de que transportan calor mediante corrientes profundas, los océanos son un componente integral e importante de los sistemas mundiales del tiempo y del clima. *El Niño/Oscilación Austral* es un ejemplo importante de la forma en que los cambios en la circulación oceánica tienen grandes efectos en el clima interestacional de zonas del mundo próximas y distantes. El EPS contribuirá a vigilar esos efectos midiendo la temperatura de la superficie del mar y los vientos en niveles bajos por encima de los océanos. Al igual que se pueden aplicar a la vigilancia del clima, los datos de la temperatura de la superficie del mar y de los vientos en niveles bajos son una información de entrada importante para los modelos mundiales de predicción numérica del tiempo. Además, las misiones del EPS tendrán otras capacidades, entre las que estará el trazado de mapas de los hielos marinos (importante para la navegación y para la vigilancia del clima).

El valor considerable de los datos sobre los vientos en niveles bajos que se obtienen a partir de la información que facilitan los satélites por encima de los océanos, queda bien de manifiesto en las cuatro figuras de la página anterior. La primera muestra una primera estimación de los vientos hecha por el modelo del CEPMPM para las 00h00 del 20 de octubre de 1996, y en ella no se determinaba bien la circulación del temporal tropical *Lili*. Las dos ilustraciones siguientes muestran las correspondientes observaciones del viento, y los incrementos sobre la observación obtenidos mediante el difusómetro del satélite ERS-2 de la AEE. El análisis resultante, que se muestra en la última figura, fue mucho más preciso y permitió que el modelo del CEPMPM predijese con mucha exactitud la evolución del *Lili*. El instru-

mento ASCAT del EPS proporcionará datos similares para utilizarlos en la predicción numérica del tiempo.

Concentración y localización de los datos

Las capacidades de observación de los satélites METOP complementarias de las medidas hechas en superficie, obtenidas a menudo de plataformas de datos situadas en lugares remotos o dejadas para que las corrientes las lleven a la deriva. El EPS proporciona apoyo a las comunicaciones de esas plataformas mediante el dispositivo DCS-Argos, que también puede determinar una posición con una diferencia menor de 150 m. También se emplean transmisores en miniatura, de 20 gr., para rastrear una gran variedad de fauna salvaje, lo cual nos ayuda a aprender cómo los animales resuelven problemas complejos de navegación durante sus migraciones, y también ayuda a conservar a especies en peligro.

Beneficios del EPS

El beneficio principal del EPS es que, junto con los satélites de órbita polar de los EE. UU., ayudará a asegurar la continuidad, a reforzar la calidad, y a mejorar la disponibilidad de los datos mundiales necesarios para la meteorología, la climatología, la vigilancia del medio ambiente y muchas disciplinas afines. Gran parte del beneficio del EPS se obtendrá indirectamente de unas predicciones meteorológicas mejores y de disponer de más datos para vigilar el clima y predecir el cambio climático. Las mejoras dentro de estas disciplinas pueden tener enormes consecuencias económicas. A escala europea, destacan las implicaciones industriales del tiempo y del cambio climático, mientras que a escala mundial los beneficios son más básicos, afectando a que las poblaciones puedan sobrevivir a los efectos de los temporales violentos, a las sequías o a los cambios de clima. En consecuencia, el EPS será un recurso de gran valor económico, tanto para los Estados Miembros de la EUMETSAT como para los numerosos países en desarrollo y para otros Estados de todo el mundo, que recibirán los datos y se beneficiarán de ellos. □

