

El nacimiento del Sistema de Información de la OMM

Por Geoff Love*

A lo largo de las décadas de 1960 y 1970, la OMM puso en servicio los sistemas y las políticas necesarias como apoyo al intercambio internacional libre y gratuito de datos meteorológicos y afines. Los componentes básicos del sistema eran —y siguen siéndolo— tres: el Sistema Mundial de Observación (SMO), el Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) y el Sistema Mundial de Proceso de Datos (SMPD), conocido desde 2003 como Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (SMPDP).

Hacia finales de la década de 1980 era evidente para muchos de los responsables del SMT que este sistema carecía de la capacidad necesaria para permitir el intercambio de datos de satélite dado el volumen de los mismos y el tamaño que podía llegar a tener un archivo que contuviera una única imagen. La consolidación de internet a principios de la década siguiente parecía dar a entender que había aparecido un mecanismo de transporte económicamente rentable para los datos procedentes de los satélites. Poco a poco, surgieron acuerdos bilaterales de intercambio de estos y de otros tipos de datos entre los SMHN.

La rápida diversificación de medios de intercambio de datos y de tecnologías para la gestión de los mismos hizo que la OMM tuviera que enfrentarse a la necesidad de diseñar una nueva generación de

sistemas de información que aprovecharan las ventajas y capacidades de las nuevas tecnologías como, por ejemplo, internet. Se abrían dos caminos posibles: modernizar gradualmente los sistemas de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM), en particular el SMT, utilizando para ello internet; o bien, diseñar y poner en servicio un sistema de nueva generación y planificar la migración escalonada hacia el mismo. Cualquiera de las dos vías exigía que se diseñase un sistema de nueva generación (al que se bautizó como Futuro Sistema de Información de la OMM) y que se evaluase la mejor estrategia para llevarlo a la práctica. En este artículo se describen las características de este FSIO tal y como fue concebido en las reuniones celebradas por los representantes de todas las comisiones técnicas de la OMM entre los años 1999 y 2001.

El Sistema de Información de la OMM en el año 2000

En 2000, pocos Miembros de la OMM habrían dicho que la organización contaba con un Sistema de Información. Es probable que hubieran considerado más bien que cada uno de los componentes de este sistema (el Sistema Mundial de Observación, el Sistema Mundial de Telecomunicación, el Sistema Mundial de Proceso de Datos, los medios asociados que la Vigilancia Meteorológica Mundial había acordado para la gestión de datos, y todos los demás medios previstos en materia de recogida de datos así como el intercambio de los mismos y de información, con el fin de colaborar con los demás programas de la OMM aparte de la VMM) eran sistemas física y conceptualmente independientes.

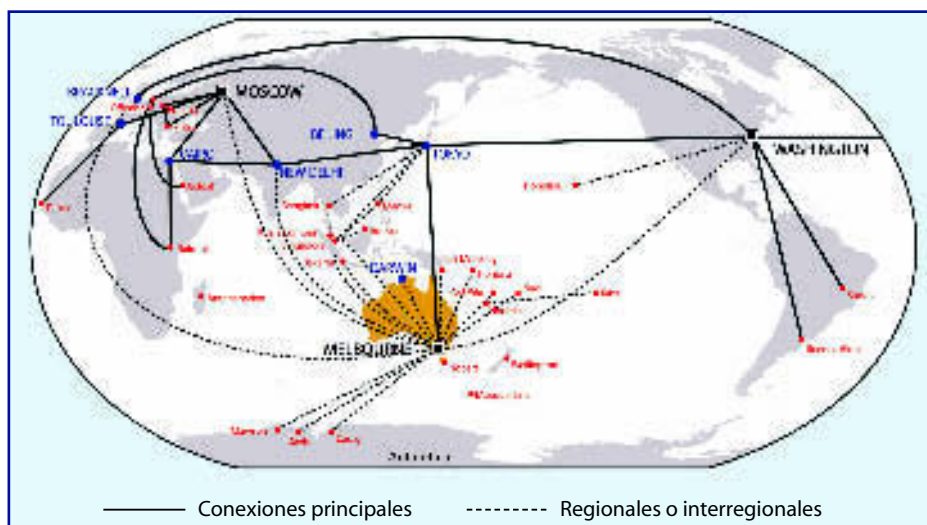


Figura 1 — Conexiones principales de la Red Mundial de Telecomunicaciones de la OMM

* Director del Servicio Meteorológico de Australia y ex Presidente de la Comisión de Sistemas Básicos (de diciembre de 2000 a mayo de 2002)

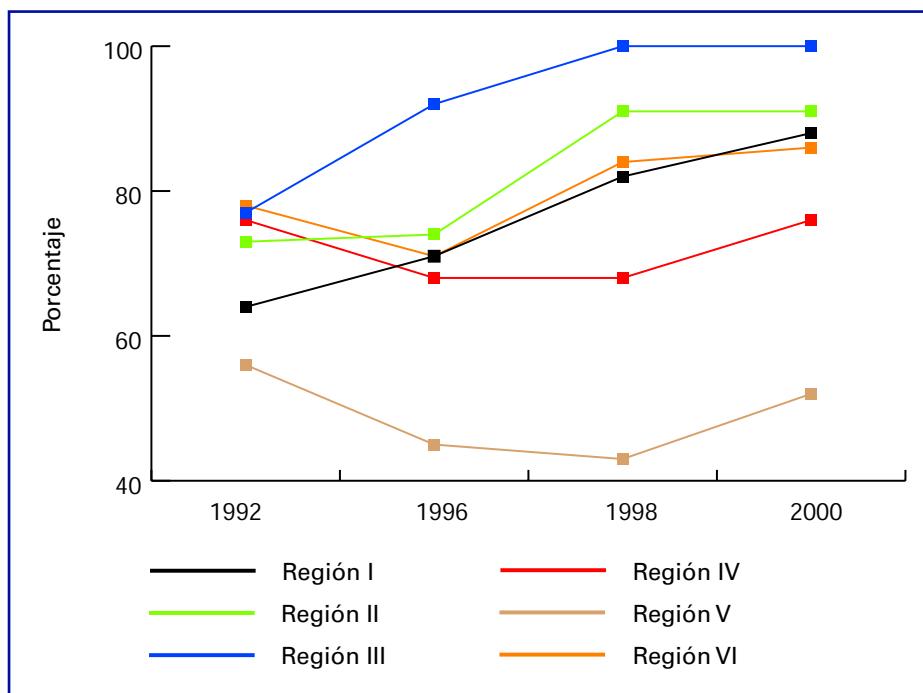


Figura 2 — Grado de implantación de instalaciones para la recepción de datos vía satélite de los Miembros de la OMM en el año 2000 (por Regiones de la OMM)

Sin embargo, la forma más descriptiva de denominar a este conjunto de herramientas es probablemente Sistema de Información de la OMM. Las razones del porqué de su creación son evidentes: al proponer un Futuro Sistema de Información de la OMM (FSIO), se pretendía animar a sus Miembros a considerar este conjunto de elementos coordinados como un sistema de información integrado.

Uno de los imperativos fundamentales para poner en marcha el FSIO era que el sistema existente de la OMM tenía cada vez más dificultades para facilitar el intercambio de grandes conjuntos de datos entre grupos operativos de predicción meteorológica, apenas podía realizar el intercambio de datos climáticos y no permitía el acceso a los investigadores que no pertenecieran a los SMHN. La OMM se enfrentaba al peligro de que los principales miembros de la comunidad meteorológica decidiesen que internet era el medio óptimo y económico para realizar sus intercambios de datos, se establecieran acuerdos para el intercambio de datos bilaterales y, como consecuencia, el intercambio libre y gratuito de datos en tiempo real que conocemos, y en los términos descritos en la Resolución 40 (Cg-XII), acabara por desaparecer.

La alternativa que le quedaba a la OMM era la de coordinar la puesta en marcha de un FSIO integrado y que estuviera al servicio de los programas y comisiones técnicas de la OMM a fin de ampliar el ámbito de la Resolución 40, más allá de los datos en tiempo real, a cualquier tipo de datos meteorológicos.

Hay que tener en cuenta que en el año 2000 se consideraba que la Resolución 40 hacía referencia a los datos meteorológicos y afines de forma muy general. En cambio, en la práctica, únicamente afectaba a los intercambios de datos en tiempo real entre los sistemas de la VMM:

- Los Centros Meteorológicos Mundiales (CMM) y los Centros Meteorológicos Regionales Especializados (CMRE) para la preparación de productos para distribución a nivel mundial y regional. Dichos Centros recopilan datos del Sistema Mundial de Observación (SMO) y proporcionan datos y productos a los Centros Meteorológicos Nacionales (CMN) quienes, a su vez, se encargan de satisfacer las necesidades nacionales al respecto.
- 32 Centros Regionales de Telecomunicación (CRT), encargados de la gestión del Sistema

Mundial de Telecomunicación que transporta los datos y productos entre los CMM, CMRE y CMN. El SMT consta de una Red Principal de Telecomunicaciones (RPT), por la que circula gran volumen de tráfico entre dieciocho de los mayores centros y muchos otros puntos no comprendidos en la RPT.

- Gran número de Centros (incluidos los CMM, CMRE y CMN), que utilizan internet para el intercambio ad hoc de datos y productos mediante procedimientos de petición y respuesta, así como para el acceso corriente a conjuntos de datos que, por diversas razones (incluso limitaciones de capacidad), no pueden ser transmitidos por el SMT.

En 2000 el sistema de información de la OMM era eficaz pero sumamente complejo y costoso, con una jerarquía de dos niveles de centros de comunicaciones y una jerarquía de tres niveles de centros de proceso de datos. El mayor reto que tenían por delante los administradores del sistema era el de responder adecuadamente a las nuevas necesidades y a los cambios en la tecnología de la información de aquel momento.

Evolución de los requisitos relativos a la información y a los datos de tipo meteorológico

Resulta instructivo repasar alguna de las tendencias relativas a la demanda de datos y productos meteorológicos que se dieron en el año 2000. Es evidente que las redes sobre el terreno (que proporcionaban datos sinópticos de superficie y observaciones en altitud) estaban estancadas o en franco retroceso, mientras que el número de redes con sensores remotos iba en aumento y la capacidad de estas no dejaba de crecer. Además, los Miembros de la OMM estaban instalando sistemas de teledetección como, por ejemplo, redes de radares Doppler, que iban a exigir que los sistemas para el intercambio de datos fuesen capaces de gestionar archivos de un tamaño mucho mayor (al menos, a nivel regional). También crecía el número

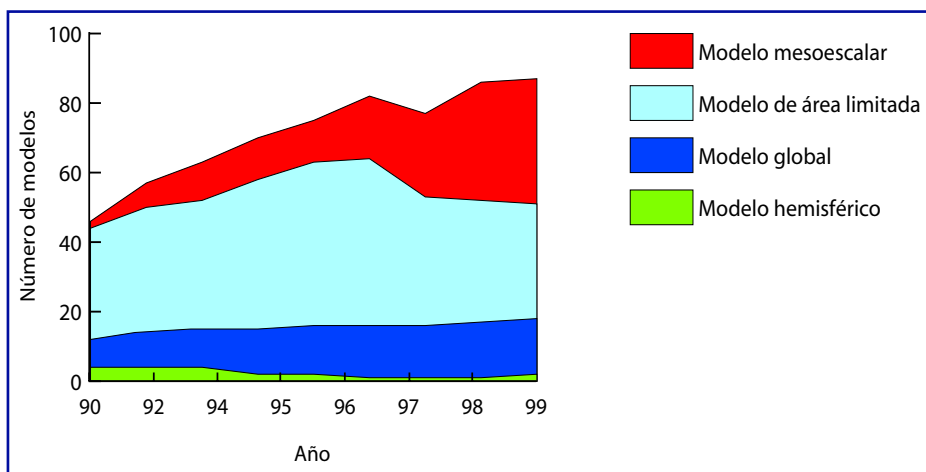


Figura 3 — Número de modelos de predicción numérica del tiempo en servicio en los Centros Mundiales de Proceso de Datos de la OMM (por tipos)

de estaciones para la recepción de datos por satélite, pues se pretendía garantizar así el acceso a las imágenes en tiempo real. Sin embargo, la disponibilidad de nuevos conjuntos de datos de gran tamaño, como los obtenidos a partir de los modelos globales de alta resolución, y los productos derivados de las observaciones de satélite, como los vientos obtenidos mediante QuikScat y los conjuntos mundiales de sondeos, harían también que creciese la demanda de sistemas capaces de transportar grandes volúmenes de datos, de forma rápida, entre los centros regionales importantes y los centros mundiales.

Además de lo ya expuesto, en aquellos momentos cada vez eran más los países Miembros

que ponían en marcha modelos mesoescalares, mientras que el número de centros en los que se utilizaban modelos mundiales se había estancado en algo menos de veinte (probablemente unos 16 ó 17). Era fácil deducir que si los centros regionales y nacionales que utilizaban sistemas mesoescalares disponían puntualmente de las condiciones de contorno obtenidas gracias a los modelos mundiales, la demanda para poner en servicio más modelos mundiales no sería alta. La demanda de sistemas de comunicaciones que utilizasen un gran ancho de banda, capaces de transmitir los enormes archivos que contuviesen las condiciones de contorno, en cambio, sí iba a ser grande.

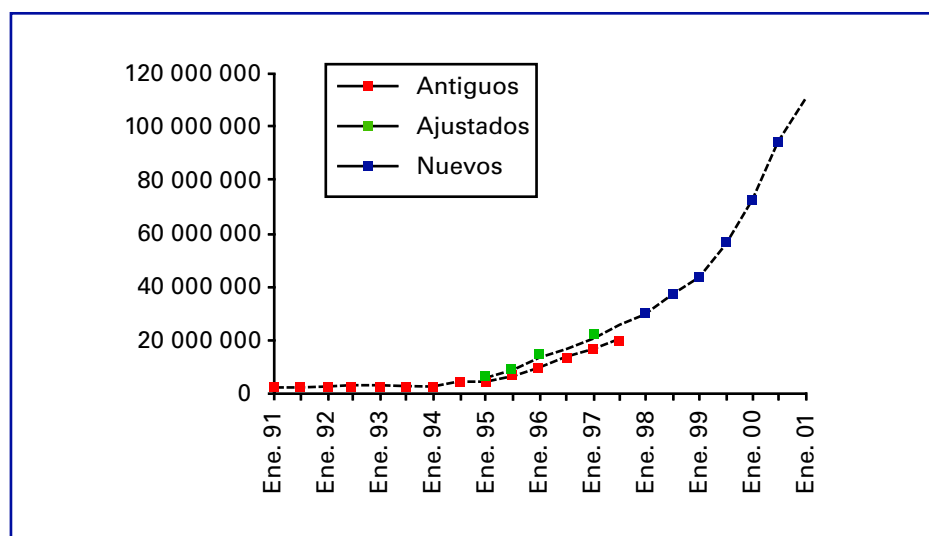


Figura 4 — Crecimiento anual de los servidores de internet a partir de 1991 (fuente: Internet Software Consortium)

Evolución de las tecnologías de la información

En el año 2000 era evidente que internet estaba propiciando un cambio tecnológico realmente rápido. Había entonces (y sigue habiendo ahora) un amplio abanico de empresas y grupos de investigación que no dejaban de poner nuevas tecnologías al servicio de un vasto y creciente mercado de consumidores. La comunidad científica adoptó rápidamente el uso de internet, que se convirtió en un medio de gran importancia para el intercambio de datos entre grupos de investigación del colectivo meteorológico internacional. Internet empezó a utilizarse para el intercambio ad hoc de archivos y para realizar descargas rutinarias de archivos específicos almacenados en los servidores de los Miembros (entre ellos, datos de satélite y otros tipos de datos que no eran objeto de intercambio a través del SMT).

Un vistazo a una muestra del número de servidores¹ de internet puede darnos una idea del rápido crecimiento de la red de redes: en enero de 2001 había alrededor de 117 millones de servidores (véase la Figura 4). Es más, al tratarse de un sistema moderno de comunicaciones que había prosperado gracias a un esfuerzo investigador dinámico y de alcance mundial, internet disponía de servicios con los que el SMT no podía competir en el año 2000. Por ejemplo, permitía comprobar el funcionamiento de una red en tiempo real: podían consultarse en tiempo real todos los datos relativos a la presencia de servidores, enlaces y a la disponibilidad de información (véase la Figura 5) en contraste con el retraso que suponía tener que esperar a la compilación manual de los datos en base al funcionamiento del SMT que tenía lugar (y sigue siendo así) en octubre.

Existen grandes posibilidades de que la evolución de las tecnologías de gestión de datos pueda llevar a contar con un sistema integrado capaz de satisfacer los requisitos de la VMM, de los Programas de

1 Fuente: Internet Software Consortium (<http://www.isc.org/ds/>)

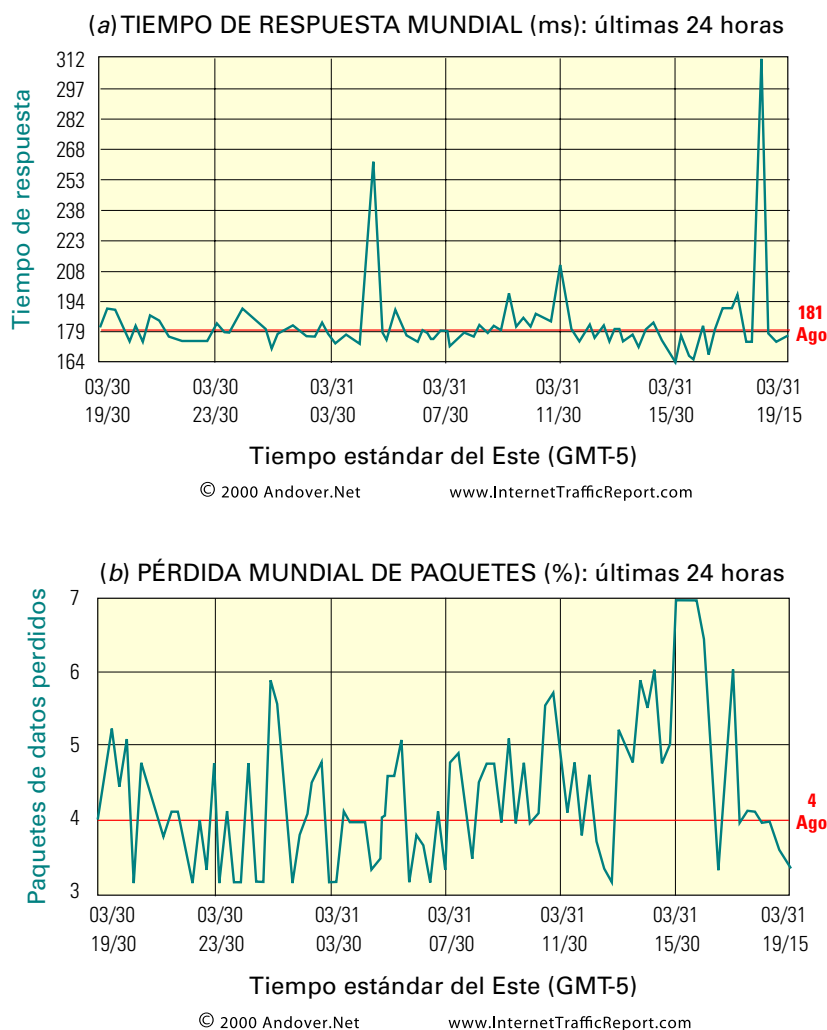


Figura 5 — Estadísticas de seguimiento de internet en tiempo real: (a) tiempo de respuesta mundial, en milisegundos; (b) volumen de paquetes de datos perdidos (porcentaje frente al tráfico total)

la OMM cuyas necesidades de intercambio de información no son actualmente administradas directamente por la Comisión de Sistemas Básicos de la OMM, y de otros grupos que trabajan sobre cuestiones relativas al medio ambiente. Al respecto, se ha puesto de relieve que sería muy ventajoso para la OMM y los Miembros, a la hora de gestionar tanto los costes como los flujos de datos, que se mantuviese una separación lógica, pero no física, entre el sistema de la OMM para el intercambio de datos y los demás sistemas de intercambio de información, públicos y privados. Esa separación podría lograrse recurriendo a modernas técnicas de seguridad (como los cortafuegos, los canales virtuales y la codificación) en vez de depender de tecnologías caras propias de la OMM (como la conmutación de mensajes

del SMT y las líneas de comunicación separadas físicamente y arrendadas en convenios bilaterales).

Requisitos del FSIO

Los expertos del equipo de trabajo intercomisiones sobre el FSIO acordaron que el Futuro Sistema de Información de la OMM debería proporcionar un enfoque integrado que permita satisfacer las siguientes necesidades:

- la recopilación rutinaria de datos de observaciones;
- la distribución automática de los productos previstos, tanto en tiempo real como en diferido;
- las aplicaciones ad hoc no rutinarias (por ejemplo, solicitudes de datos y productos poco habituales).

El sistema debería ser:

- fiable;
- económico y asequible tanto para los países en vías de desarrollo como para los desarrollados;
- tecnológicamente sostenible y adaptado a las capacidades técnicas locales;
- modular y susceptible de ser implantado gradualmente;
- flexible, capaz de ajustarse a los cambios en los requisitos y de permitir la difusión de productos procedentes de diversas fuentes de datos.

El sistema debería también permitir:

- la existencia de diferentes grupos de usuarios y de políticas de acceso;
- la integración de diversos conjuntos de datos;
- la seguridad de los datos y de las redes;
- las solicitudes ad hoc y de forma rutinaria de datos y productos, mediante mecanismos en modo distribución (*push*) y descarga (*pull*);
- la difusión puntual de datos y productos (según las necesidades).

La entrega ad hoc de productos no ordinarios podría lograrse mejor mediante procedimientos de demanda/respuesta o sistemas de descarga. La recopilación y difusión de forma rutinaria de datos y productos se logran mejor mediante un sistema de distribución, que podría llevarse a la práctica con una combinación de tecnologías. Podría incluir sistemas de almacenamiento y transmisión, comunicaciones punto a punto (incluido el uso de tecnologías sencillas como el correo electrónico vía internet) y plataformas de acopio y difusión de datos por satélite. Los sistemas de distribución se han considerado como los más apropiados tanto para la recopilación ordinaria de observaciones como para la difusión ordinaria de observaciones y otros productos.

Se consideró que era importante tener en cuenta que la recopilación de observaciones procedentes de distintos suministradores (como en el caso del SMO) y la difusión de productos de unos pocos proveedores a muchos destinatarios constituyen problemas diferen-

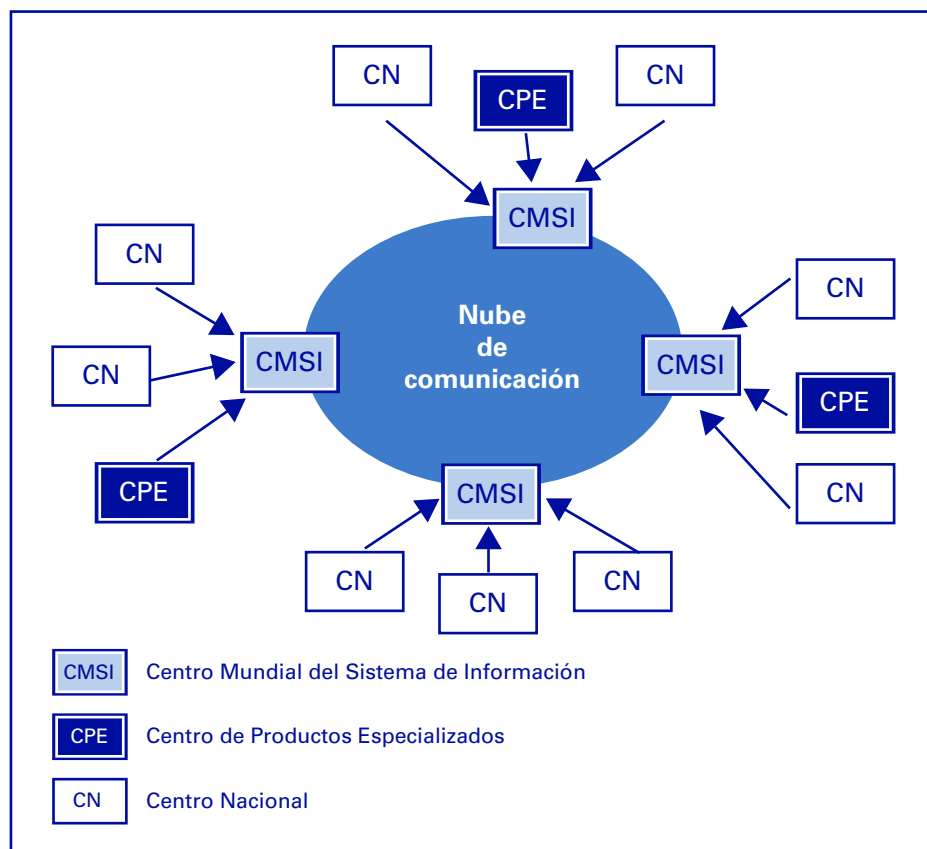


Figura 6 — Adquisición de datos y productos en el FSIO. Fuente: OMM (2000)

tes que se pueden abordar mejor empleando diferentes topologías lógicas. Los sistemas de distribución y descarga, funcionando en paralelo, deberían estar a disposición de todos los usuarios de datos y productos de la OMM.

Una estructura lógica

Cualquier FSIO ha de descansar forzosamente sobre una combinación de redes públicas y privadas y debería apuntar hacia la gestión de la operación y el desarrollo coordinados de los sistemas participantes mediante la adopción de protocolos y normas internacionales y programas informáticos de tipo genérico. En el sistema propuesto los centros participantes se definen atendiendo a sus funciones y responsabilidades, con tres niveles de responsabilidad: Centros Mundiales del Sistema de Información (CMSI), Centros de Productos Especializados (CPE) y Centros Nacionales (CN). El posible flujo de datos y productos entre estos centros se ilustra en las Figuras 6 y 7. En la Figura 6 puede verse una representación esquemática de la recopilación de observaciones y

productos. La Figura 7 muestra la difusión de productos (tanto rutinaria como no rutinaria).

Los problemas más difíciles de resolver son los que tienen que ver con los cambios en los recursos y en la gestión del FSIO. Al tratarse de un sistema de información modular, los datos del mismo estarán sujetos a las políticas que la OMM estime oportunas. Se esperaba que la transición del actual sistema de información al FSIO fuese gradual. El FSIO debería construirse y funcionar en paralelo con el sistema SMT/SMPD. Se ha pensado que su mayor capacidad, flexibilidad y rentabilidad animaría a los Miembros a emigrar hacia esta nueva infraestructura tan pronto como fuese operativamente posible.

En los casos en los que los enlaces bilaterales del SMT se mantienen y se utilizan en el FSIO, es posible también conservar los acuerdos de financiación si es necesario. En 2000 la experiencia empezaba a demostrar que los acuerdos por consorcio de cara a adquirir conectividad de banda ancha (los llamados acuerdos "nube") eran aptos, desde el punto

de vista de gestión y rentabilidad, para su inclusión en los marcos de referencia de la OMM. Cabía esperar que la integración de internet en la infraestructura de la OMM haría que los Miembros hiciesen frente unilateralmente a los costes provocados por los Proveedores de Servicios Internet (ISP) para ofrecer conectividad internacional sin salir del marco de la internet local.

Los Centros Mundiales del Sistema de Información

Teniendo en cuenta la funcionalidad de los centros existentes para la gestión e intercambio de datos meteorológicos, se estimó que bastarían entre cuatro y diez Centros Mundiales del Sistema de Información (CMSI) para organizar el nivel superior del FSIO. Dichos centros se encargarían de recoger todas las observaciones y productos destinados a ser distribuidos a nivel mundial, desde los centros productores en su campo de responsabilidad. Cada proveedor, que podría ser un SMHN, una organización (por ejemplo, ARGOS, *Aeronautical Radio, Incorporated* (ARINC)), un proyecto de investigación, etc., enviaría sus observaciones al CMSI designado. Las observaciones se combinarían formando grandes conjuntos de datos agregados. El CMSI los enviaría más tarde a todos los demás CMSI. El acopio de observaciones se organizaría en una serie de redes en estrella conectadas por un anillo lógico entre los CMSI en el nivel superior. Probablemente no sería necesario uniformar los enlaces físicos y los protocolos a emplear entre todos los proveedores y recolectores, pero estos deberán definirse por acuerdos bilaterales con vistas a lograr la mejor correspondencia entre los requisitos y las capacidades de las diferentes partes. Este enfoque ya se ha adoptado en 2000 entre varios SMHN con resultados eficaces.

Se previó que los CMSI generalmente estarían situados o mantendrían estrechos vínculos con un centro mundial de asimilación de datos o con un centro que tenga otro cometido mundial. Sin embargo, la

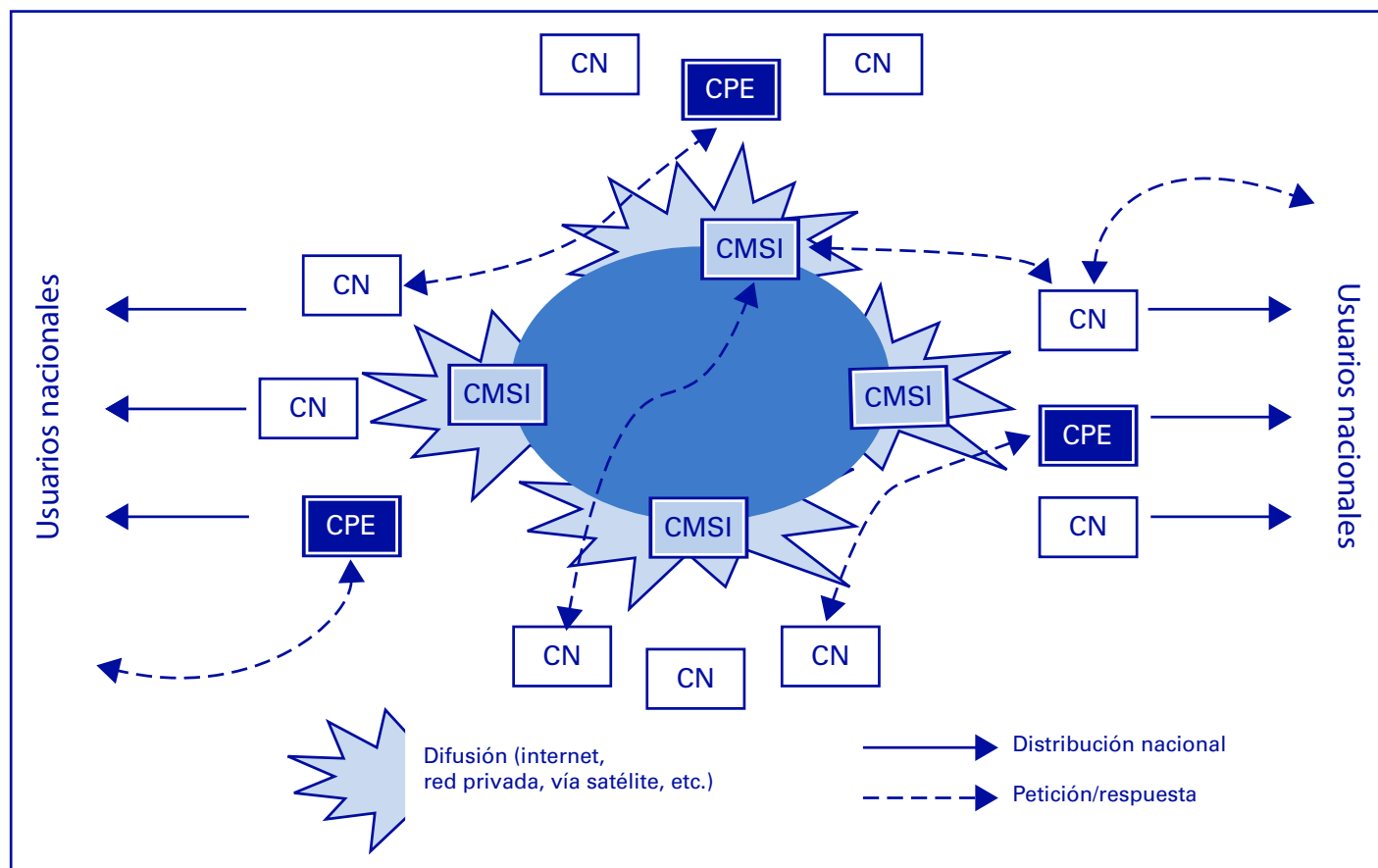


Figura 7 — Distribución de datos y productos en el FSIO (véanse los acrónimos en la Figura 6). Fuente: OMM (2000)

arquitectura propuesta no exige que este sea un requisito.

La distribución de productos a través de un sistema *push* de almacenamiento y transmisión de capa única en muchos casos exigiría recursos excesivos en algunos centros. Por lo tanto, la mejor distribución de los productos quizá se lograría con diversas tecnologías, incluidos los sistemas jerárquicos de almacenamiento y transmisión similares a la actual conmutación de mensajes del SMT, la difusión por satélite y, quizás, la multidifusión por red. Aquellos destinatarios con gran capacidad que requieran gran volumen de productos podrían ser servidos por un mecanismo mientras que los menos desarrollados, con necesidades menores, podrían ser atendidos por otro.

Las responsabilidades de un CMSI se resumen a continuación. Cada CMSI se encargaría de:

- recoger los datos y productos de observaciones que están desti-

nados al intercambio mundial de los centros nacionales dentro de su campo de responsabilidad, modificando el formato en caso necesario y combinándolos en productos de datos que cubran su área de responsabilidad;

- recoger los productos destinados al intercambio mundial enviados por los Centros de Productos Especializados en su campo de responsabilidad;
- recibir los datos y productos destinados al intercambio mundial provenientes de otros CMSI;
- distribuir todos los conjuntos de datos y productos establecidos por la OMM para el intercambio ordinario a nivel mundial (la distribución podría ser combinando de diferentes formas internet, satélite, multidifusión, etc., a fin de satisfacer las necesidades de los Miembros que requieran sus productos);
- albergar todo el conjunto de datos y productos y hacerlo disponible mediante los mecanismos *pull* de petición/respuesta de la OMM;

- proporcionar conectividad 24 horas al día a las redes públicas y privadas, con una anchura de banda suficiente para satisfacer sus responsabilidades a nivel mundial y regional;
- cumplir, en caso necesario, las funciones de Centro de Productos Especializados y/o de Centro Nacional.

Los Centros de Productos Especializados (CPE)

Se esperaba que varias docenas de centros pudieran cumplir la función de Centros de Productos Especializados (CPE). Los CMRE existentes funcionarían como CPE. Sin embargo, muchos otros centros podrían también desempeñar dicho papel. Esto incluiría a los proveedores de observaciones especiales (por ejemplo, ARGOS y ARINC), proyectos de investigación, y centros productores de productos relacionados con una disciplina específica. Los CPE se encargarían de:



- recoger datos y productos especiales relacionados con los programas, como corresponda;
- producir los productos planificados;
- proporcionar al CMSI responsable productos destinados al intercambio mundial;
- difundir productos no destinados al intercambio mundial de diversas maneras atendiendo a la que se acuerde entre el centro y los usuarios del producto;
- respaldar el acceso a sus productos a través de los mecanismos *pull* de petición/respuesta de la OMM de manera apropiada (por ejemplo, los productos generados dinámicamente requerirían conexión permanente a internet);
- cumplir, en caso necesario, las funciones de Centro Nacional.

Los Centros Nacionales (CN)

Es evidente que los Centros Nacionales formarían la base del Futuro Sistema de Información de la OMM que se ha propuesto. Muchos Centros Nacionales serían parte de un SMHN pero otros tendrían responsabilidad a nivel nacional de funciones comprendidas en los Programas de la OMM, pero no incluidas en los SMHN. Los representantes permanentes de los países coordinarían con la OMM su participación en este sistema y tendrían las siguientes funciones:

- recopilar datos de observaciones;
- proporcionar observaciones y productos al CMSI responsable;
- recoger y generar productos para uso nacional.

Si bien se preveía que el diseño, desarrollo y puesta en marcha del FSIO iba a constituir una tarea ingente, no habría ninguna dificultad técnica de peso y podría llevarse a la práctica con todo éxito con la tecnología existente. Sin embargo, su desarrollo requeriría varios años, así como un compromiso considerable del personal por parte de los Miembros y los programas de la OMM participantes.

Conclusiones

En el momento en el que se propuso la creación del FSIO se

tenía la firme convicción de que la única forma en que la OMM sería capaz de poner en marcha y mantener una política de gestión de datos eficaz (como el intercambio libre y abierto de datos meteorológicos y productos afines) relativa a cualquier tipo de dato meteorológico o derivado de ellos era mediante la implantación coordinada de un sistema de información capaz de hacerse cargo de todos los tipos de datos que se intercambian en apoyo a los programas de la OMM. En 2000, la Resolución 40 (Cg-XII) se ocupaba de manera eficaz solo de los intercambios de datos en tiempo real a través del SMT.

Se propuso la creación del FSIO para garantizar que la OMM desempeñara un papel relevante en el futuro por lo que respecta al intercambio de datos meteorológicos y afines fuera del entorno de la VMM y que su política respecto a estos datos tuviera un alcance mundial.

Referencias

World Meteorological Organization [Organización Meteorológica Mundial, OMM], 1999: *World Weather Watch: Nineteenth Status Report on Implementation*.

World Meteorological Organization [Organización Meteorológica Mundial, OMM], 2000: Second Meeting of the Inter-programme Task Team on Future WMO Information Systems. Final Report. Monterrey (California), 28 de agosto-1 de septiembre de 2000.