



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

یجر ی نور کتابا فمل ن م تنخوما ی هو ت اظوفحموال، ت مکتبال قسم ، (ITU) تصالاتلا ی لوالد ادحتالا ن م تممقد PDF ق سنبا تخسناا هذه اامیر س دادة ا.

本PDF版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.



ITUNews
MAGAZINE

No. 6, 2020

Ciencia espacial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Manténgase al día// // Manténgase informado

Actualidades de la UIT se **ha trasladado**
a una nueva plataforma.

Descubra My**ITU**

Su puerta de entrada a los contenidos
pertinentes de la **UIT**, sobre la base
de sus intereses

Manténgase informado con las últimas
Actualidades de la UIT

Para recibir el nuevo boletín semanal de la UIT,



Artículos de
Actualidades de
la UIT



Suscríbase



Revista
Actualidades
de la UIT



Únase a las comunidades en línea de la UIT en su canal favorito

Ciencia espacial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por Houlin Zhao, [Secretario General de la UIT](#)

■ La UIT ha contribuido al esfuerzo espacial desde sus inicios. Esta edición de la Revista Actualidades de la UIT se centra en el papel de la UIT en la ciencia espacial y, en particular, en áreas de vital importancia para la humanidad y el planeta en apoyo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Desde que fueron adoptados en la Cumbre sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas celebrada en Nueva York en septiembre de 2015, los ODS guían nuestros esfuerzos por conseguir un mundo mejor para todos.

Gracias a los esfuerzos de la UIT y a la colaboración mundial en el ámbito de la ciencia espacial, hemos asistido a avances revolucionarios en la tecnología de las comunicaciones, a la puesta en valor de las capacidades únicas de los satélites en las iniciativas de los ODS, y de su herramienta imprescindible para la vigilancia de la Tierra y la lucha contra el cambio climático.

Los servicios científicos espaciales son el tema de la Comisión de Estudio 7 del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R). Las Comisiones de Estudio del UIT-R elaboran reglamentos, normas y prácticas óptimas de aplicación universal que permiten el desarrollo sostenible del ecosistema inalámbrico.

A falta de 10 años para alcanzar los ODS, puede leer más sobre la manera en que el trabajo de la UIT y sus asociaciones mundiales están aprovechando la ciencia espacial para hacer de nuestro mundo un lugar mejor y más inclusivo. ■



“
A falta de 10 años para alcanzar los ODS, puede leer más sobre la manera en que el trabajo de la UIT y sus asociaciones mundiales están aprovechando la ciencia espacial para hacer de nuestro mundo un lugar mejor y más inclusivo.

”

Houlin Zhao

Ciencia espacial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Editorial

1 Ciencia espacial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por Houlin Zhao, Secretario General de la UIT

Ciencias espaciales y UIT

4 Prólogo del Director

Por Mario Maniewicz, Director
Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

7 Gestión del espectro para los servicios científicos después de la CMR-19

Por John Zuzek, Presidente, Comisión de Estudio 7 del
Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R)

Los beneficios de la ciencia espacial

13 La importancia de los avances en la observación de la Tierra desde el espacio para proteger nuestro planeta

Petteri Taalas, Secretario General, Organización
Meteorológica Mundial (OMM)

19 El espacio como elemento facilitador del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por ISHII Yasuo, Vicepresidente, Agencia de
Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA)

23 Centro de Meteorología Espacial de Météo-France

Por Sylvain Le Moal, Jefe de la División de Desarrollo de Datos
Satelitales, Centro de Meteorología Espacial, Météo-France

27 La contribución de la AEMA y Copernicus a la política de medio ambiente y cambio climático de la UE

Por Andrus Meiner, Jefe de Grupo, Servicios de Información
Geoespacial, y Chris Steenmans, Jefe de Servicios de Información
y Datos, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)



Ciencia espacial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Foto de cubierta: Shutterstock

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int \\
6 números al año
Copyright: © UIT 2020

Coordinadora editorial y redactora:
Nicole Harper
Diseñadora artística: Christine Vanoli
Auxiliar de edición: Angela Smith

Traducción y maquetación:
Departamento de Conferencias y Publicaciones

Departamento editorial/Publicidad:
Tel.: +41 22 730 5723/5683
E-mail: itunews@itu.int

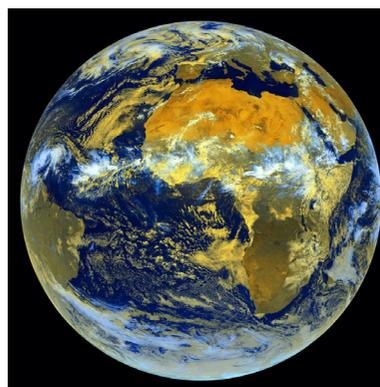
Dirección postal:
Unión Internacional de Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 (Suiza)

Cláusula liberatoria:
la UIT declina toda responsabilidad por las opiniones vertidas que reflejan exclusivamente los puntos de vista personales de los autores. Las designaciones empleadas en la presente publicación y la forma en que aparezcan presentados los datos que contiene, incluidos los mapas, no implican, por parte de la UIT, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de determinadas empresas o productos no implica en modo alguno que la UIT los apoye o recomiende en lugar de otros de carácter similar que no se mencionen.

Todas las fotos por la UIT, salvo indicación en contrario.

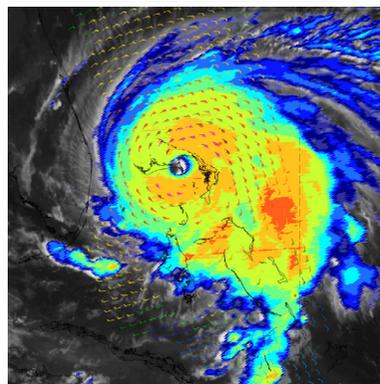
30 La teledetección por microondas de la Tierra y el espectro electromagnético

Por Paolo de Mattheais, Presidente, Comité Técnico de Atribución de Frecuencias para la Teledetección (FARS) de la Sociedad de Geociencia y Teledetección (GRSS) del IEEE



35 Vigilar la atmósfera, los océanos y el clima desde el espacio para transformar nuestro mundo

Por Markus Dreis, Jefe de la Oficina de Gestión de Frecuencias, Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)

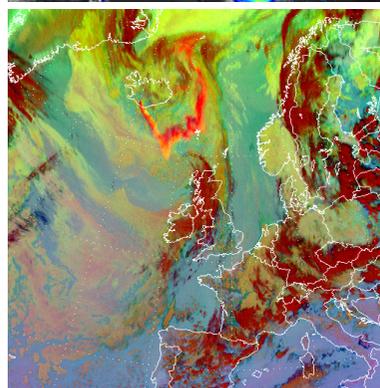


41 ¿Qué tienen que ver las radiocomunicaciones de la ciencia espacial conmigo?

Por Catherine Sham, Gestora del espectro para los programas de vuelos espaciales y los programas lunares humanos, NASA, y Presidenta del, Grupo de Trabajo 7B del UIT-R

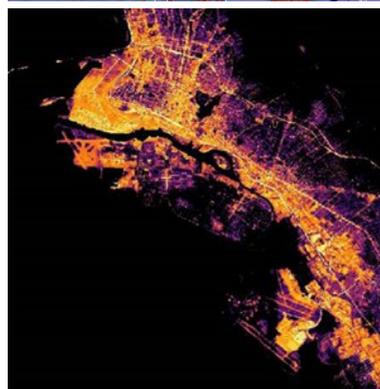
44 Copernicus – Observación de la Tierra para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por Dominic Hayes, Gestor de Espectro, Programa Espacial de la Unión Europea, Comisión Europea



47 Programa alemán de observación de la Tierra en apoyo del desarrollo sostenible

Por Helmut Staudenrausch, Jefe de Equipo de Programas Operativos, Jens Danzeglocke, Funcionario de proyecto, Aplicaciones de Observación de la Tierra, y Ralf Ewald, Funcionario de proyecto, Gestión de Frecuencias, Departamento de Comunicaciones por Satélite, Centro Aeroespacial de Alemania (DLR) Administración Espacial



Prólogo del Director

Por Mario Maniewicz, Director
Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

■ Me complace presentarles este número de la Revista Actualidades de la UIT, que contiene artículos y puntos de vista acerca de la manera de aprovechar la ciencia y las tecnologías espaciales para acelerar la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Los activos y las tecnologías espaciales pueden utilizarse para apoyar la mayoría, si no todos, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Los datos procedentes de los satélites de observación de la Tierra desempeñan un papel fundamental en la mayoría de los diecisiete ODS para ayudar a realizar un seguimiento de las metas, planificar y seguir los progresos, y ayudar a los países y organizaciones a tomar decisiones bien informadas mientras trabajan para alcanzar los ODS con el fin de mejorar la vida cotidiana en nuestro planeta.

Los datos, las imágenes y la información de los satélites proporcionan conocimientos útiles para afrontar algunos de los principales retos del desarrollo mundial, como la seguridad alimentaria, la reducción del riesgo de catástrofes, la prevención de crisis humanitarias, el control de los recursos naturales y la reducción de la pobreza.

En un reciente informe de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de las Naciones Unidas se formula la siguiente observación, "Para que la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible tenga éxito, el uso de los servicios espaciales deberá convertirse en la norma. Se necesita una asociación mundial para garantizar que los países sean plenamente conscientes del potencial del espacio a la hora de implementar y hacer el seguimiento de los ODS, y para garantizar que, a la hora de diseñar y explotar nuevas infraestructuras basadas en el espacio, se tengan en cuenta las necesidades de todos los países y se reduzcan las carencias existentes.



Más información [aquí](#).



Los datos, las imágenes y la información de los satélites proporcionan conocimientos útiles para afrontar algunos de los principales retos del desarrollo mundial.



Mario Maniewicz



“

Ha pasado poco más de un año desde que concluimos con éxito la CMR-19 y preparamos el camino para nuevas y más innovadoras formas de conectar el mundo a través de las tecnologías de comunicación terrenales y espaciales.

”

Mario Maniewicz

Avances revolucionarios en la tecnología de la comunicación

Desde el lanzamiento del primer satélite en 1957, hemos sido testigos de avances revolucionarios en el diseño, la fabricación y las capacidades de los servicios de lanzamiento de satélites, lo que ha proporcionado oportunidades inestimables para la observación de la Tierra, la previsión meteorológica, la teledetección, los sistemas de posicionamiento mundial, la televisión por satélite, los sistemas de comunicación móvil y otros muchos.

Ha pasado poco más de un año desde que concluimos con éxito la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19) y preparamos el camino para nuevas y más innovadoras formas de conectar el mundo a través de las tecnologías de comunicación terrenales y espaciales.

La actualización periódica del [Reglamento de Radiocomunicaciones](#) de la UIT en cada CMR resulta fundamental para permitir los avances en las imágenes por satélite y la vigilancia de los recursos terrestres, la ciencia y las misiones espaciales, la meteorología, el transporte y la seguridad marítima y aeronáutica, la protección civil y los sistemas de defensa.

Las decisiones adoptadas en la CMR-19 permitirán la introducción de nuevas tecnologías, así como la protección de los servicios existentes, y permitirán que las personas y las industrias se beneficien de los avances de las tecnologías de radiocomunicación.

Las capacidades únicas de los satélites

Los satélites son el único medio viable para vigilar el medio ambiente de toda la Tierra, tierra, mar y aire. Las capacidades únicas de los satélites incluyen la observación de amplias zonas de manera no

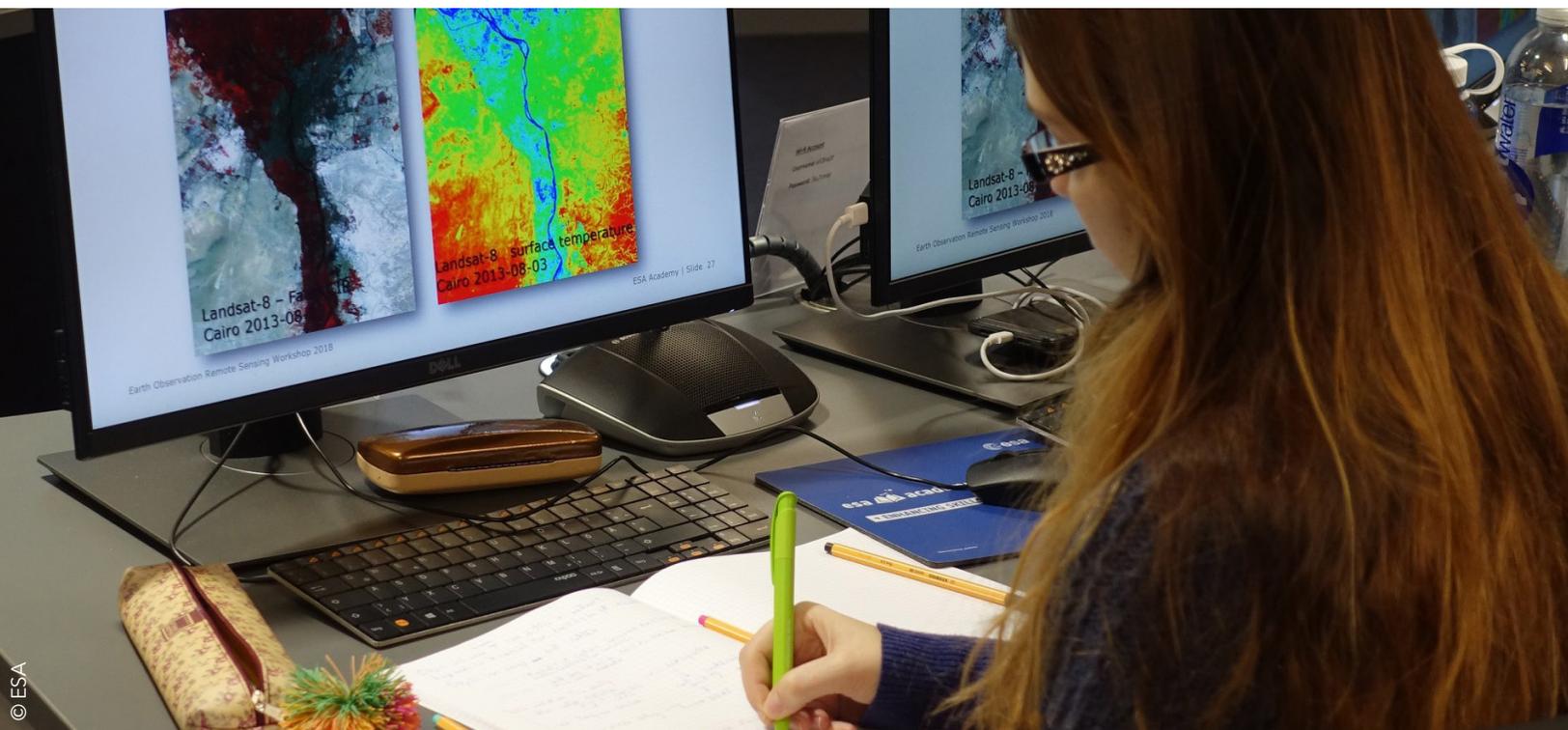
intrusiva y uniforme (mediante el uso del mismo instrumento) con capacidad para apuntar rápidamente a cualquier punto de la Tierra, incluidos los lugares distantes e inhóspitos, y para proseguir una serie de observaciones durante un largo período de tiempo.

Gracias a estas capacidades, el servicio de exploración de la Tierra por satélite aporta muchos beneficios a la sociedad, tanto en el sector público como en el privado.

La amenaza del cambio climático

La creciente amenaza del cambio climático nos acecha. El número de catástrofes naturales ha aumentado considerablemente en los últimos decenios: huracanes, terremotos, tormentas, inundaciones e incendios. Nunca ha sido más urgente una acción internacional enérgica y eficaz.

Las aplicaciones tecnológicas espaciales se han convertido en un elemento importante de las estrategias locales, regionales y nacionales de reducción del riesgo de catástrofes, incluyendo la prestación de servicios de comunicaciones de emergencia y de seguimiento y localización durante y después de las catástrofes naturales y en situaciones de emergencia humanitaria complejas.



© ESA

Dado que las predicciones meteorológicas precisas deben comenzar con la mejor evaluación posible del estado actual de la atmósfera, es crucial que los meteorólogos dispongan de observaciones globales precisas y en tiempo real sobre lo que ocurre en la atmósfera terrestre por encima de la tierra y los océanos. Muchas de las soluciones se basarán en la vigilancia global del medioambiente, incluido el uso de recursos espaciales.

El seguimiento - esencial para los datos

Además, los datos obtenidos mediante el uso de los sistemas radioeléctricos pertinentes resultan esenciales para el seguimiento de los resultados de las iniciativas de los ODS. Por ejemplo, alrededor de 30 de los 232 indicadores desarrollados para el seguimiento de los avances hacia los ODS requieren datos obtenidos de satélites de teledetección.

Desde el punto de vista del uso del espectro radioeléctrico, es necesario no sólo asegurar el acceso a los recursos apropiados para los sistemas de radiocomunicación pertinentes, sino también garantizar la protección contra las emisiones artificiales en las bandas que se utilizan a escala mundial para el seguimiento de los distintos parámetros de la atmósfera y la superficie de la Tierra mediante la explotación de las emisiones radioeléctricas naturales.

Espero que disfruten de la lectura de los artículos de esta edición. ■

Gestión del espectro para los servicios científicos después de la CMR-19

Por John Zuzek, Presidente, Comisión de Estudio 7 del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R)

■ La Comisión de Estudio 7 (CE 7) del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R) se ocupa de los servicios de radiocomunicaciones con fines científicos. Entre estos servicios científicos espaciales figuran los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite, incluidos los sistemas de teledetección activa y pasiva .

Estos servicios radioeléctricos permiten obtener datos importantes sobre la Tierra y su atmósfera. Agencias espaciales civiles de todo el mundo utilizan los servicios de investigación espacial y de operaciones espaciales para explorar el espacio y operar en él, por ejemplo, a través de misiones robóticas a otros planetas y objetos en el espacio, así como de la exploración humana del espacio, la Luna y otros destinos.

En la actualidad, muchos países tratan de explorar y comprender mejor la Luna, demostrar que los seres humanos pueden vivir más allá de la órbita terrestre y, con el tiempo, ampliar la exploración humana a otros cuerpos planetarios.

Puntos del orden del día de la CMR-19 directamente relacionados con la ciencia espacial y/o la meteorología

El orden del día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19) comprendió tres puntos directamente relacionados con la ciencia espacial y la meteorología, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 1.

Punto 1.2 del orden del día de la CMR-19

En virtud del punto 1.2, se abordaron los límites de potencia dentro de la banda de frecuencias para las estaciones terrenas que funcionan en el servicio móvil por satélite, el servicio de meteorología por satélite y el servicio de exploración de la Tierra por satélite en las bandas de frecuencias 401-403 MHz y 399,9 400,05 MHz.

Basándose en los estudios realizados en el seno de la Comisión de Estudio 7 del UIT-R, la CMR-19 promulgó los correspondientes límites de potencia dentro de la banda.



Diversos puntos del orden del día de la CMR-19 suscitaron inquietud entre los operadores dedicados a la ciencia espacial y la observación de la Tierra, por las repercusiones negativas que podían tener en sus misiones.



John Zuzek

Cuadro 1 – Resultados de la CMR-19 para los puntos relativos a los servicios científicos

Punto del orden del día de la CMR-19		Resultados
1.2	Límites de potencia dentro de la banda de frecuencias para las estaciones terrenas que funcionan en el servicio móvil por satélite, el servicio de meteorología por satélite y el servicio de exploración de la Tierra por satélite alrededor de 400 MHz.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Límites de potencia aplicables al servicio móvil por satélite (399,9-400,02 MHz). ■ No se aplican límites de potencia en las operaciones de telemando en frecuencias superiores (400,02-400,05 MHz). ■ Límites de potencia aplicables en la banda ■ 401-403 MHz.
1.3	Mejora de la atribución al servicio de meteorología por satélite (espacio-Tierra) y al servicio de exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra) en la banda de frecuencias 460-470 MHz.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sin cambios.
1.7	Misiones de corta duración.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bandas 137-138 MHz y 148-149,9 MHz destinadas a su uso por satélites en órbita no geoestacionaria (no OSG) con misiones de corta duración.

Punto 1.3 del orden del día de la CMR-19

En el marco del punto 1.3, se consideró la posible conversión de título secundario a primario de la atribución al servicio de meteorología por satélite (espacio-Tierra) y una posible atribución a título primario al servicio de exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra), en la banda de frecuencias 460-470 MHz.

Lamentablemente, la CMR-19 no pudo llegar a un acuerdo en torno a la cuestión planteada en este punto, por lo que no introdujo ningún cambio en el Reglamento de Radiocomunicaciones a ese respecto.

Punto 1.7 del orden del día de la CMR-19

El objetivo del punto 1.7 fue estudiar las necesidades de espectro para seguimiento, telemida y telemando del servicio de operaciones espaciales para satélites no OSG con misiones de corta duración, a fin de evaluar la adecuación de las atribuciones existentes al servicio de operaciones espaciales y, de ser necesario, considerar nuevas atribuciones en determinados segmentos del espectro radioeléctrico. La CMR 19 decidió identificar las gamas de frecuencias 137-138 MHz y 148-149,9 MHz para su uso por satélites no OSG con misiones de corta duración, con arreglo a una serie de términos y condiciones evocados en una Resolución.

Puntos del orden del día de la CMR-19 con una posible incidencia negativa en la ciencia espacial y la observación de la Tierra

Diversos puntos del orden del día de la CMR-19 suscitaban inquietud entre los operadores dedicados a la ciencia espacial y la observación de la Tierra, por las repercusiones negativas que podían tener en sus misiones. Los resultados de estos puntos se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2 – Resultados de la CMR-19 para los puntos preocupantes para los servicios científicos

Punto del orden del día de la CMR-19		Resultados
1.6	Marco reglamentario para sistemas de satélites no OSG del servicio fijo por satélite (SFS) en las bandas 37,5-39,5 GHz (↑) y 47,2-50,2 GHz (↓).	<ul style="list-style-type: none"> El resultado obtenido fue mucho más satisfactorio que los límites de la Resolución 750 para el SFS. Los límites proporcionan una protección plena a los sensores de exploración de nadir que funcionan en la banda pasiva 50,2-50,4 GHz.
1.13	Identificación para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) entre 24,25 y 86 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> 24,25-27,5 GHz: Se logró un nivel de protección satisfactorio. 37,0-40,5 GHz: Se logró un nivel de protección satisfactorio. 47,2-50,2 GHz, 50,4-52,6 GHz y 81,0-86,0 GHz: Estas bandas no se modificaron.
1.14	Sistemas de estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS) en las bandas de frecuencias de 22 y 26 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> Se obtuvieron resultados satisfactorios para todas las bandas de servicios científicos.
1.15	Identificación para las aplicaciones de los servicios móvil terrestre y fijo que funcionan en la gama de frecuencias 275-450 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> La identificación de las bandas en cuestión para las aplicaciones de los servicios móvil terrestre y fijo no excluye su utilización por otras aplicaciones, ni establece prioridad alguna. Quedó establecida la protección de las aplicaciones de observación de la Tierra actuales y futuras.

Punto 1.6 del orden del día de la CMR-19

En virtud del punto 1.6 del orden del día de la CMR-19, se consideró la posibilidad de formular un marco reglamentario para los sistemas de satélites no OSG del SFS que funcionaban en ciertas bandas en la gama 37,5-51,4 GHz. Dos de éstas, a saber, las bandas de frecuencias 47,2-50,2 GHz y 50,4-51,4 GHz para las transmisiones de enlace ascendente, eran inmediatamente adyacentes a ambos lados de la banda de frecuencias pasivas de observación de la Tierra de 50,2 a 50,4 GHz, la cual reviste una importancia crucial como ventana de calibración para la medición de la temperatura

atmosférica. La Comisión de Estudio 4 (CE 4 - Servicios por satélite) examinó detenidamente este punto y la CMR-19 promulgó una serie de disposiciones encaminadas a imponer límites de emisión fuera de banda a las transmisiones de las estaciones terrenas, para los sistemas de satélites tanto OSG como no OSG, a fin de reforzar la protección de estos sistemas de detección atmosférica.

Punto 1.13 del orden del día de la CMR-19

En el marco del punto 1.13, se consideró la identificación de bandas de frecuencias para

el futuro despliegue de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), incluidas posibles atribuciones adicionales al servicio móvil a título primario para ese fin en diversas bandas en la gama 24,25-86 GHz.

La principal inquietud de los operadores de sistemas científicos espaciales giró en torno a la protección de las estaciones terrenas existentes que funcionaban en la banda 25,5-27 GHz, para los enlaces descendentes tanto de observación de la Tierra como de investigación espacial, y al funcionamiento de futuras estaciones terrenas receptoras en la misma banda.

La CMR-19 decidió que dicha protección debía facilitarse mediante acuerdos bilaterales de coordinación transfronteriza, según procediera. También se abordó la protección de ciertas bandas cruciales para la detección pasiva en el marco de la observación de la Tierra, como son las bandas 23,6-24 GHz, 31,3-31,8 GHz, 50,2-50,4 GHz, 52,6-54,25 GHz y 86-92 GHz.

La protección de estas bandas contra la interferencia combinada de las emisiones fuera de banda reviste una importancia vital, ya que muchas de ellas se utilizan para la realización de mediciones a escala mundial que no podrían efectuarse de otra manera.

Con respecto a la mayoría de estas bandas, la CMR-19 no identificó las bandas adyacentes para su utilización por las IMT, por lo que no fue necesario tomar medidas adicionales. En cuanto a la banda 23,6-24 GHz, la CMR-19 impuso a los sistemas IMT una serie de límites iniciales de emisión fuera de banda que irán tornándose más estrictos, ya que se prevé que el número de sistemas IMT desplegados aumente con el tiempo.

Punto 1.14 del orden del día de la CMR-19

En virtud del punto 1.14, se consideraron medidas reglamentarias adecuadas para los sistemas de estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS), dentro de las atribuciones del servicio fijo existentes. La

CMR-19 adoptó una decisión en el marco de este punto del orden del día que permitió proteger las actividades de los servicios científicos de forma satisfactoria.

Punto 1.15 del orden del día de la CMR-19

Por último, en el punto 1.15, se consideró la identificación de bandas de frecuencias a efectos de su utilización por las administraciones para las aplicaciones de los servicios móvil terrestre y fijo que funcionaban en la gama de frecuencias 275-450 GHz. Los sistemas de observación de la Tierra utilizan varias bandas de esta gama de frecuencias. De acuerdo con los estudios del UIT-R, excepto las bandas 296-306 GHz, 313-318 GHz y 333-356 GHz, el resto de la gama se identificó para su uso por aplicaciones de los servicios fijo y móvil terrestre, al tiempo que se previó la realización de estudios ulteriores cuando se dispusiera de más información sobre dichos sistemas.

Puntos del orden del día de la CMR-23 relacionados con la ciencia espacial y la observación de la Tierra

La CMR-19 estableció el orden del día de su sucesora, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2023 (CMR-23). En dicho orden del día, la CMR-19 decidió incluir cuatro puntos de interés directo para la comunidad científica espacial, que se indican en el Cuadro 3.



A los grupos de trabajo de la Comisión de Estudio 7 del UIT-R les preocupan las repercusiones que podrían tener varios puntos del orden del día de la CMR-23 en los servicios científicos.



John Zuzek

Punto 1.12 del orden del día de la CMR-23

El punto 1.12 del orden del día de la CMR-23 versa sobre una posible nueva atribución secundaria al servicio de exploración de la Tierra por satélite (activo) para sondas de radar aerotransportadas en la gama de frecuencias alrededor de 45 MHz.

Esta atribución se solicita con el objetivo de permitir la teledetección desde la órbita terrestre de las capas de hielo situadas en las regiones polares de la Tierra, así como de localizar acuíferos y aguas subterráneas en regiones desérticas y obtener más información al respecto.

Cuadro 3 – Puntos del orden del día de la CMR-23 relacionados con los servicios científicos

	Punto del orden del día de la CMR-23	Ámbito de interés
1.12	Sondas de radar alrededor de 45 MHz.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Detección activa desde el espacio para detectar la existencia de capas freáticas por debajo del nivel del suelo y el espesor del hielo en las regiones polares.
1.13	Posible elevación a título primario de la atribución al servicio de investigación espacial en la banda 14,8-15,35 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los actuales enlaces con satélites de retransmisión de datos del servicio de investigación espacial son de carácter secundario y, en el futuro, otros sistemas necesitarán utilizar esta banda.
1.14	Ajustes de las atribuciones al servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) en la gama 231,5-252 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Las actividades de teledetección terrestre previstas no se ajustan adecuadamente a las necesidades científicas.
9.1 a	Meteorología espacial.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El objetivo es obtener un reconocimiento a nivel reglamentario de los sensores meteorológicos espaciales.

Punto 1.13 del orden del día de la CMR-23

En el punto 1.13 del orden del día de la CMR-23, se considera la posible elevación a categoría primaria de la atribución al servicio de investigación espacial en la banda de frecuencias 14,8-15,35 GHz. Actualmente, diversos satélites de retransmisión de datos del servicio de investigación espacial utilizan esta banda de frecuencias para establecer comunicaciones con vehículos espaciales de investigación no OSG. En esta banda operan también distintos enlaces de datos de alta velocidad de vehículos espaciales de investigación no OSG y, en un futuro, se ha previsto explotar también otros sistemas.

Punto 1.14 del orden del día de la CMR-23

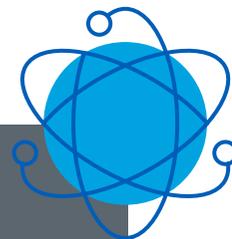
En el punto 1.14 del orden del día de la CMR-23, se aborda el examen de las atribuciones de frecuencias a los sensores pasivos de observación de la Tierra en la gama de frecuencias 231,5-252 GHz y se consideran posibles ajustes con arreglo a los requisitos de observación de los sensores pasivos de microondas.

Estos sensores deberían integrarse en la próxima generación de satélites meteorológicos polares con miras al estudio de nubes de hielo. En este caso, el objetivo es garantizar que las atribuciones al servicio de exploración de la Tierra

por satélite (pasivo), en la gama de frecuencias considerada, satisfagan los requisitos de observación de dichos sensores.

Apartado a) del punto 9.1 del orden del día de la CMR-23

El apartado a) del punto 9.1 del orden del día de la CMR-23 se refiere a la protección de los sensores meteorológicos espaciales que dependen de otros sistemas de radiofrecuencias para emitir observaciones, predicciones mundiales y alertas.



La Comisión de Estudio 7 del UIT-R realizará estudios en la materia, cuyos resultados serán transmitidos a la CMR-23 por el Director de la Oficina de Radiocomunicaciones. El orden del día provisional de la CMR-27 también contiene un punto relativo al examen de posibles disposiciones reglamentarias para brindar el reconocimiento adecuado a los sensores meteorológicos espaciales en el Reglamento de Radiocomunicaciones, habida cuenta de los resultados de los estudios realizados por el UIT-R de cara a la CMR-23.

Preocupación por las repercusiones de la CMR-23 en los servicios científicos

Por último, a los grupos de trabajo de la Comisión de Estudio 7 del UIT-R les preocupan las repercusiones que podrían tener diversos puntos del orden del día de la CMR-23 en los servicios científicos. La Comisión de Estudio participará en los estudios sobre estos puntos para garantizar que la importante labor de los servicios científicos pueda proseguir en el futuro.

A fin de dar continuidad a la función crucial de los servicios científicos en el estudio del medioambiente y contribuir a la atenuación de los cambios medioambientales que amenazan al planeta, los participantes en la Comisión de Estudio 7 del UIT-R siguen realizando los estudios necesarios para permitir y proteger el funcionamiento de los

Acerca de la Comisión de Estudio 7 del UIT-R

Los sistemas vinculados con la Comisión de Estudio 7 (CE 7) se utilizan en actividades que integran una parte fundamental de nuestra vida cotidiana, entre ellas las de:

- supervisión de medioambiente a nivel mundial – la atmósfera (incluida la emisión de gases de efecto invernadero), los océanos, la superficie terrestre, la biomasa, etc.;
- previsión meteorológica y supervisión y predicción del cambio climático;
- detección y seguimiento de diversas catástrofes naturales y artificiales (terremotos, maremotos, huracanes, incendios forestales, derrames de crudo, etc.);
- emisión de información de alerta/avisos; y
- evaluación de daños y planificación de las operaciones de socorro.

La CE 7 también se ocupa de sistemas para el estudio del espacio lejano como:

- satélites para el estudio del Sol, la magnetosfera y todos los elementos de nuestro sistema solar;
- vehículos espaciales para la exploración humana y robótica de cuerpos extraterrestres; y
- radioastronomía desde tierra y desde satélites para estudiar el universo y sus fenómenos.

Véase más información sobre la CE 7 en este [enlace](#).

servicios de radiocomunicaciones con fines científicos. La protección de los sistemas de observación del medioambiente, el clima y la atmósfera de la Tierra y de sus sensores, incluidos los sensores meteorológicos espaciales, es la mejor herramienta de la que disponemos para seguir estudiando nuestro planeta

y ahondar en el conocimiento de nuestro frágil hogar en el cosmos.

También pretendemos alcanzar las estrellas y estudiar otros cuerpos planetarios lo que, en última instancia, ayudará a la humanidad a comprender su propio planeta y su lugar en el universo. ■

La importancia de los avances en la observación de la Tierra desde el espacio para proteger nuestro planeta

Petteri Taalas, Secretario General, Organización Meteorológica Mundial (OMM)

■ La Organización Meteorológica Mundial (OMM) es el organismo especializado de las Naciones Unidas para el tiempo, el clima, el agua y las cuestiones ambientales conexas, y se dedica a la cooperación y coordinación internacionales en lo que se refiere al estado y el comportamiento de la atmósfera de la Tierra, incluida su interacción con la tierra y los océanos, el tiempo y el clima que genera, y la consiguiente distribución de los recursos hídricos.

La meteorología ha logrado ingentes avances en cuanto a la calidad y la diversidad de los servicios de predicción del tiempo, desde que el lanzamiento de los primeros satélites meteorológicos en 1957/1958 propiciara el establecimiento del programa de Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) en 1963. No obstante, los desafíos sociales que acarrearán actualmente los progresivos efectos del cambio climático exigen un desarrollo ulterior de la red de observación de la Tierra, en concreto, una actualización de los sistemas mundiales de observación en superficie y desde el espacio y la adopción de un enfoque nuevo e integrado que incluya los últimos avances científicos y técnicos.

Mejorar la comprensión del sistema de la Tierra

El Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS), que realiza observaciones tanto en superficie como desde el espacio, mejora la comprensión del sistema de la Tierra y facilita la producción de servicios y productos meteorológicos y climáticos, mediante la provisión de un mayor número de observaciones de mayor calidad. Las redes de observación facilitadas por los miembros de la OMM integran la columna vertebral de WIGOS y permiten recopilar una información vital para la comunidad mundial.



Los desafíos sociales que acarrearán actualmente los progresivos efectos del cambio climático exigen un desarrollo ulterior de la red de observación de la Tierra.



Petteri Taalas

El sistema WIGOS desempeña un papel en la seguridad de la vida y los bienes y, a más largo plazo, en el cumplimiento de programas de desarrollo mundial de la índole de la [Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible](#), el Acuerdo de París en materia climática y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Las capacidades de observación desde el espacio han sido objeto de extensas mejoras desde el lanzamiento de los primeros satélites meteorológicos a principios de los años 60. Hoy en día, facilitan observaciones sumamente precisas de una amplia gama de parámetros y aportan una contribución esencial a los modelos de predicción numérica del tiempo, en los que se basan los servicios de todos los Miembros de la OMM, permitiendo así la protección de la vida y los bienes. Gracias a este sistema, podemos no solo realizar un seguimiento del tiempo, el clima y los recursos hídricos, sino también evaluar la salud del medio ambiente y el grado de sostenibilidad de las actividades humanas.

Enormes progresos recientes en los análisis y las previsiones

Los enormes progresos realizados en los últimos años en lo que se refiere a las previsiones y los análisis meteorológicos, hídricos y climáticos, incluidas las alertas sobre fenómenos meteorológicos peligrosos (lluvias torrenciales, tormentas, ciclones) que afectan a todas las poblaciones y economías, pueden atribuirse en gran medida a la componente espacial del sistema WIGOS y a la asimilación de las observaciones espaciales en modelos numéricos. Los sistemas de detección desde el espacio de la superficie y la atmósfera de la Tierra seguirán desempeñando un papel cada vez más importante en la meteorología operativa y de investigación, el seguimiento de las catástrofes y la comprensión, vigilancia y predicción científicas del cambio climático y sus repercusiones, así como de las emisiones antropogénicas, lo que es fundamental para la aplicación del [Acuerdo de París](#).

Diversos estudios han demostrado que la observación de la Tierra puede facilitar la medición de aproximadamente 34 de los indicadores vinculados a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los integrantes del Programa Espacial de la OMM colaboran estrechamente con diversos operadores de satélites en el marco del Grupo de Coordinación de los Satélites

Meteorológicos (CGMS) y el Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS), a fin de proporcionar los datos y productos necesarios y las resoluciones espaciales y temporales requeridas por los usuarios finales. Además, proporcionan orientaciones con miras al desarrollo de futuros sistemas de observación desde el espacio, de acuerdo con la [Visión del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM para 2040](#), en la que se describen las capacidades deseadas del sistema de observación desde el espacio que nos hemos propuesto implementar de aquí al año 2040 para atender las necesidades en materia de observación y las demandas de los usuarios.

Desde octubre de 2020, la Herramienta de Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación desde el Espacio de la OMM (OSCAR/Espacio) abarca 288 plataformas satelitales operativas que contribuyen a la consecución de este objetivo y a las que se sumarán satélites de nueva generación cada vez más avanzados en los próximos años. Desde que se declaró la actual pandemia de COVID-19 hasta la fecha, se ha podido constatar que los sistemas de observación desde el espacio, altamente automatizados en líneas generales, tienden a ser más resistentes que los sistemas de observación in situ (obtenga más información [aquí](#)).

Bandas de radiofrecuencias: un importante recurso natural para la detección desde el espacio

La detección espacial para aplicaciones meteorológicas se lleva a cabo en bandas de radiofrecuencias específicas. Estas bandas vienen determinadas por propiedades físicas fijas (resonancia molecular) que no pueden modificarse o ignorarse, ni tampoco duplicarse en otras bandas. Por consiguiente, esas bandas de frecuencias son un recurso natural importante.

Incluso niveles de interferencia bajos pueden degradar los datos y, en la mayoría de los casos, los sensores no son capaces de distinguir entre las radiaciones naturales y las producidas por el hombre.

Con respecto a las bandas de frecuencias de detección pasiva más importantes, en el cuadro de atribución de frecuencias del [Reglamento de Radiocomunicaciones](#) se indica que «están prohibidas todas las emisiones», lo que en principio permite el despliegue y funcionamiento de los sensores con la mayor fiabilidad. No obstante, la experiencia ha demostrado que esa protección se ve amenazada en algunos casos, ya sea por la falta de reglamentación, por la autorización a nivel nacional del funcionamiento de dispositivos de corto alcance a escala masiva, o por la propagación de emisiones no deseadas desde bandas adyacentes no reguladas correctamente. A raíz de lo anterior,

las bandas de frecuencias utilizadas con fines meteorológicos se ven sometidas a una presión cada vez mayor, lo que a su vez puede restringir el funcionamiento de las aplicaciones meteorológicas y afines.

Observaciones en superficie y su dependencia de ciertas bandas de radiofrecuencias

Además de las observaciones desde el espacio, los radares meteorológicos y los radares perfiladores de viento son importantes instrumentos de superficie para los procesos de observación meteorológica. Las redes de radares meteorológicos representan la principal línea de defensa en una estrategia de alerta de catástrofes contra la pérdida de vidas y bienes en caso de inundación repentina o tormenta severa, como se ha podido comprobar en varios casos dramáticos ocurridos recientemente. Al igual que los instrumentos espaciales, estos sistemas de observación en superficie dependen de bandas de radiofrecuencia específicas.

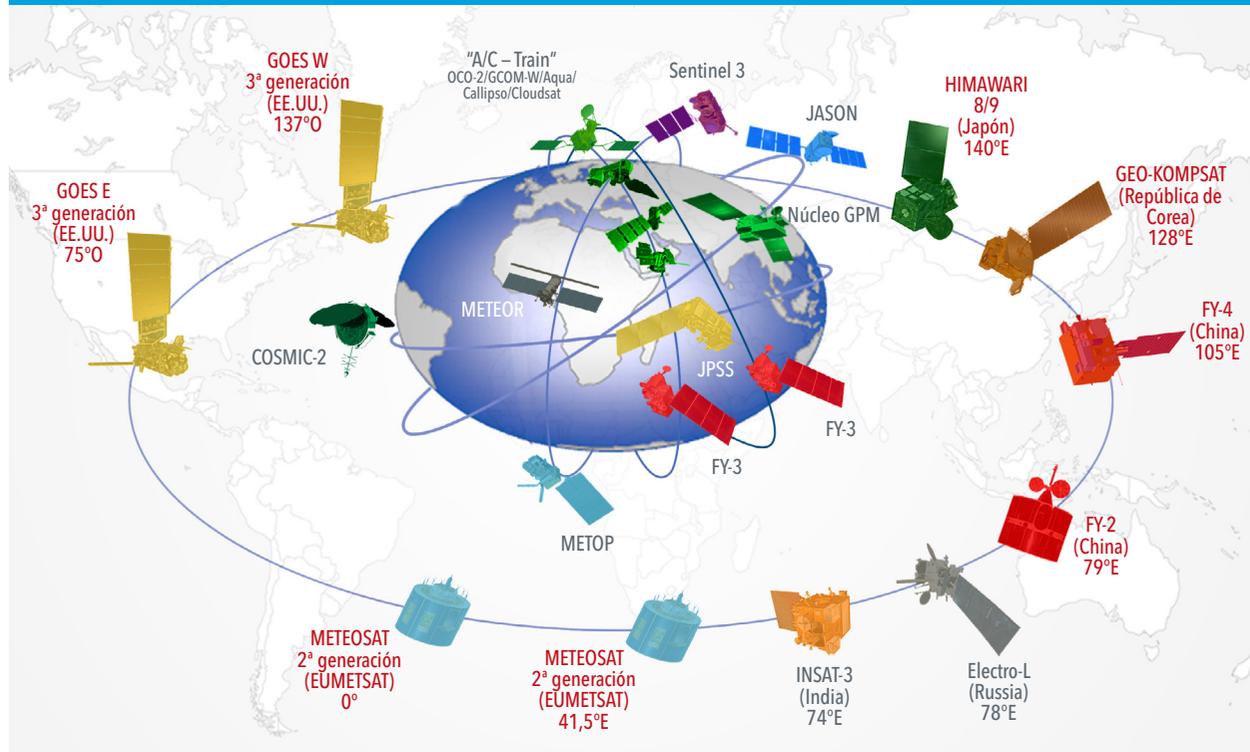
Por consiguiente, las radiofrecuencias son fundamentales para la teledetección a partir de sistemas de observación en superficie y desde el espacio. Sin embargo, también es sumamente importante contar con una cantidad suficiente de espectro de radiofrecuencias adecuadamente protegido, para la retransmisión de datos de ciertos sistemas de observación en

superficie, como las radiosondas, así como para la telemetría y/o el telemando a efectos del control por satélite y la transmisión de los datos recogidos en enlace descendente.

En este contexto, la Resolución 673 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012 ([CMR-12](#), celebrada en Ginebra, Suiza) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) reconoce el valor de los datos dimanantes de la observación de la Tierra para toda la comunidad internacional, y su dependencia de las radiofrecuencias. En este instrumento se resuelve:

- reconocer que el uso del espectro para aplicaciones de observación de la Tierra presenta un considerable valor económico y social;
- instar a las administraciones a que tengan en cuenta las necesidades de radiofrecuencias de los servicios de observación de la Tierra y, en particular, su protección en las bandas de frecuencias correspondientes; y
- alentar a las administraciones a que consideren la importancia de la utilización y disponibilidad de espectro para las aplicaciones de observación de la Tierra antes de tomar decisiones que pudieran afectar negativamente a dichas aplicaciones.

Figura 1: Algunos de los satélites de observación utilizados actualmente por los Miembros de la OMM en pro de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible



En consecuencia, es fundamental que la comunidad dedicada a la observación de la Tierra coopere con el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R) con una visión prospectiva en lo que atañe a las radiofrecuencias. La OMM sigue comprometida con la UIT y, a través de su Equipo de Expertos sobre Coordinación de Frecuencias Radioeléctricas, trabaja en estrecha colaboración con sus miembros para apoyar a la UIT en su labor de atribución

del espectro radioeléctrico a escala mundial. La OMM también participa activamente en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR), entre ellas la **CMR 19**, que se celebró en noviembre de 2019. El Equipo de Expertos antes mencionado también está preparando la posición de la OMM respecto del orden del día de la CMR-23, que se perfeccionará en los años previos a la conferencia.

La protección del espectro de radiofrecuencias para la observación de la Tierra es una cuestión de máxima prioridad para la OMM y sus miembros. Por su parte, la OMM espera seguir colaborando estrechamente con la UIT para garantizar la provisión de las observaciones necesarias a efectos de la promoción del desarrollo sostenible y la consecución de los ODS (véase la figura 1).

Contribución de los satélites a la protección del medio ambiente y la mitigación

He aquí algunos ejemplos del modo en que los satélites contribuyen a la protección del medio ambiente y la mitigación en favor de los ODS:

La predicción meteorológica numérica mundial constituye la piedra angular de la mayoría de los campos de aplicación de los enfoques de modelización del sistema de la Tierra que integran todos los dominios, entre ellos la atmósfera, el océano, la criosfera y la tierra. En el marco del [examen continuo de las necesidades de la OMM](#) y la visión del Sistema Mundial de Observación (SMO) de la OMM para 2040 se definen las orientaciones y los requisitos aplicables a las observaciones en superficie, in situ y por satélite esenciales para un sistema de predicción meteorológica numérica de vanguardia. Actualmente, los datos satelitales procedentes de la componente espacial del SMO constituyen el 90% de los datos asimilados activamente durante el proceso de inicialización de los modelos de predicción meteorológica numérica que tienen una incidencia significativa en la calidad de las previsiones conexas.

El Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus (SVAC), puesto en marcha por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (CEPMMP) en nombre de la Unión Europea, proporciona información sobre la calidad del aire basada en observaciones desde el espacio y en superficie, así como

en modelos numéricos avanzados. El servicio también lleva a cabo un seguimiento tanto del [ozono](#) y la [radiación ultravioleta](#), como del humo que emana de los [incendios forestales](#). Además, permite evaluar la incidencia de la COVID-19 en la calidad del aire en Europa y en el resto del mundo.

A través de su programa de reducción del riesgo de catástrofes (DRR, por sus siglas en inglés), la OMM ayuda a sus Miembros a crear y facilitar servicios destinados a la protección de la vida, los medios de subsistencia y los bienes de las personas ante distintos riesgos naturales, de forma rentable, sistemática y sostenible. Por ejemplo, está demostrado que los fenómenos meteorológicos graves y los fenómenos climáticos extremos, en especial los que sobrevienen rápidamente, como las inundaciones repentinas, tienen efectos devastadores en todo el mundo. El Sistema Mundial de Observación desde el Espacio explotado por el CGMS y diversas agencias espaciales del CEOS proporcionan datos destinados a la elaboración de mapas de inundaciones a escala mundial, e información que permite [detectar las inundaciones](#) y [su extensión](#). Ante la necesidad de contar con sistemas de alerta temprana en caso de inundación repentina, la OMM y sus socios, el [Servicio Meteorológico Nacional de los Estados Unidos](#), la [Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de los Estados Unidos](#) y el [Centro de Investigación Hidrológica](#), han desarrollado e implementado un sistema de alerta temprana para la previsión de inundaciones repentinas

(denominado [Sistema Guía para Crecidas Repentinas](#)) con miras a su aplicación mundial. Ello reviste una importancia particular en los casos en que las presiones climáticas, que dan lugar a precipitaciones más intensas y a la subida del nivel de los océanos, contribuyen a que las crecidas repentinas y las [inundaciones de zonas costeras](#) sean más frecuentes y generalizadas.

Los satélites también proporcionan información y herramientas para facilitar la gestión de los incendios forestales a diferentes escalas geográficas, así como para evaluar los efectos de los incendios a nivel mundial (véase la figura 2). Recientemente, una excepcional y prolongada ola de calor en Siberia alimentó una serie de [incendios en el Ártico](#) sin precedentes, que dio lugar a un elevado nivel de emisiones de carbono y agravó la ya compleja situación climática. En casos como este, el sistema SVAC es una vez más el encargado de incorporar las observaciones de los incendios forestales efectuadas por los instrumentos MODIS de los satélites Terra y Aqua de la NASA a su Sistema Mundial de Asimilación de Datos sobre Incendios (GFAS), a fin de controlar los incendios y estimar el nivel de contaminación que generan. Entre las entidades que se ocupan de los incendios forestales figura asimismo el Equipo de implementación responsable de los incendios del Sistema de observación mundial de la dinámica de la cubierta forestal y la cubierta terrestre (GOFCC-GOLD), que contribuye al Sistema mundial de información sobre incendios forestales (GWIS).

Figura 2: Imágenes de la constelación europea de satélites Sentinel 3, tomadas en julio de 2020, mostraron que los incendios forestales que afectaron a Siberia dentro y fuera del Círculo Polar Ártico se extendieron unos 800 kilómetros



Los países de la región de Asia y el Pacífico se ven cada vez más afectados por los ciclones tropicales. La Administración Meteorológica de China (CMA) y el Servicio Meteorológico del Japón (JMA) proporcionan lo que se conoce como observaciones regionales de alta frecuencia previa solicitud, en las que también puede encontrarse información útil para otros eventos extremos, como lluvias torrenciales, convecciones severas, incendios forestales o de pastizales y tormentas de arena y polvo. A estos servicios de observación recurren con frecuencia los Centros Meteorológicos Regionales Especializados de la OMM que se dedican a los ciclones tropicales y los Centros de Avisos de Ciclones Tropicales de la misma

Organización, por ejemplo, para seguir la trayectoria de los ciclones en mar abierto.

Los satélites y su importante papel en el seguimiento del cambio climático oceánico

Los satélites también desempeñan un papel importante en el seguimiento de los efectos del cambio climático en nuestros océanos. En la actualidad, los registros de datos climáticos obtenidos desde el espacio abarcan 37 de las 54 variables climáticas esenciales definidas en el marco del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), un programa copatrocinado por la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO,

el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Ciencias. A título de ejemplo, una serie de misiones de altimetría por satélite nos han permitido realizar un seguimiento de la subida media del nivel del mar en las últimas décadas.

Para realizar las observaciones espaciales citadas en los ejemplos anteriores, se utilizan instrumentos activos y pasivos basados en la medición de cambios mínimos en ciertas bandas del espectro de radiofrecuencias. Por tanto, es de suma importancia que estas bandas gocen de protección y permanezcan libres de interferencias. ■

El espacio como elemento facilitador del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por **ISHII Yasuo**, Vicepresidente, Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA)

■ La Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (**JAXA**) es la agencia nacional de investigación y desarrollo encargada de apoyar las actividades aeroespaciales generales del gobierno japonés. Su ámbito de competencia abarca una amplia gama de temas, desde la investigación y el desarrollo aeroespacial elemental, hasta la utilización del espacio.

En virtud de su nuevo plan básico sobre política espacial, adoptado en junio de 2020, Japón ha incluido la resolución de problemas mundiales, incluida la contribución al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre las metas principales de sus actividades espaciales.

La ciencia, la tecnología y la innovación espaciales podrían facilitar en gran medida la consecución de los ODS. Gracias a sus conocimientos y activos, JAXA se halla en una posición ideal para respaldar estos esfuerzos nacionales y mundiales.

En particular, los satélites de observación y de exploración de la Tierra son tecnologías de vanguardia que contribuyen decisivamente a la consecución de los ODS. Los satélites proporcionan información esencial sobre la gestión del riesgo de catástrofes y las actividades agrícolas en el marco de nuestra vida cotidiana en la Tierra. La observación a largo plazo y la acumulación de archivos de datos permiten mejorar las provisiones del cambio climático a escala mundial. De este modo, la observación de la Tierra por satélite puede obrar en favor de la sostenibilidad de nuestro planeta e incluso de nuestra sociedad.

Diversos programas de observación de la Tierra de JAXA han aportado contribuciones a los ODS pertinentes a través de sus asociaciones con diversas partes interesadas de todo el mundo. He aquí algunos ejemplos de nuestras iniciativas.



La ciencia, la tecnología y la innovación espaciales podrían facilitar en gran medida la consecución de los ODS.



ISHII Yasuo

La vida en la tierra y la acción climática

El primer ejemplo se refiere a la "vida en la tierra" y la "acción climática". En colaboración con la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), JAXA ha estado utilizando el sistema de alerta forestal temprana JICA-JAXA (JJ-FAST) para realizar un seguimiento de los datos forestales desde 2016. Este sistema brinda un acceso gratuito y sencillo a información relativa a la deforestación y la evolución de los bosques tropicales a nivel mundial a través de Internet.

Los datos de ALOS-2, el satélite de radar de apertura sintética en banda L de JAXA, se utilizan para observar la superficie de la Tierra día y noche, en cualesquiera condiciones meteorológicas. Este satélite vigila actualmente los bosques tropicales de 77 países y ha detectado más de 308 000 cambios en la cubierta forestal desde su lanzamiento.

El sistema JJ-FAST es una herramienta valiosa para la gestión sostenible de los bosques, la lucha contra el calentamiento global y la detención de la pérdida de biodiversidad.

Gestión sostenible del agua, ciudades resilientes y acción climática

En otros ejemplos cabe citar [GSMaP](#), un sistema de vigilancia global de las precipitaciones en favor de la "gestión sostenible del agua", las "ciudades resilientes" y la "acción climática".

Cada hora, JAXA facilita una versión actualizada del mapa mundial de precipitaciones, en la que integra datos de diversos satélites y sensores del sistema de satélites meteorológicos de Japón (Himawari), varios radares de precipitación (PR, DPR) y el radiómetro de exploración en microondas avanzado (AMSR-2), junto con los de Estados Unidos y Europa. Actualmente, las agencias meteorológicas y las organizaciones encargadas de la gestión de catástrofes de 133 países de todo el mundo utilizan los datos del GSMaP. Este sistema resulta de gran utilidad para los países de la región de Asia y el Pacífico, que tienden a sufrir tifones y lluvias peligrosas, ya que proporciona datos esenciales que sería difícil obtener con los radares en superficie. Nos complace y nos honra que el GSMaP mejore de facto la estabilidad y la resiliencia de la región.

“

Consideramos que, a través de la colaboración, las agencias espaciales pueden desempeñar un papel fundamental en la toma de decisiones sólidas y bien fundamentadas en pro de la "acción climática".

”

ISHII Yasuo

Satélites de JAXA para el ODS 15 - Seguimiento forestal



El panel de observación de la COVID-19 en la Tierra

Otro ejemplo más reciente se enmarca en la respuesta a la pandemia de COVID-19. Tres agencias espaciales, JAXA, NASA y ESA, han aunado esfuerzos a fin de crear un panel de datos satelitales que muestra las repercusiones ambientales y económicos de la pandemia de COVID-19. Este proyecto ilustra la potencia de los satélites de observación de la Tierra, que son capaces de proporcionar vistas sinópticas y científicas desde el espacio a pesar de los desafíos mundiales causados por el brote de coronavirus en la Tierra.

Por ejemplo, la reducción de las emisiones de CO₂ y NO₂ que se produjo durante el confinamiento se ve reflejada en los datos obtenidos por las series de satélites de observación de los gases de efecto invernadero de cada organización, incluidos el Satélite de Observación de los Gases de Efecto Invernadero (GOSAT), el Observatorio Orbital del Carbono 2 (OCO-2) y Sentinel.

Se espera que los datos de estos satélites faciliten la elaboración de un inventario mundial en el marco del Acuerdo de París (véase la figura).

Consideramos que, a través de la colaboración, las agencias espaciales pueden desempeñar un papel fundamental en la toma de decisiones sólidas y bien fundamentadas en pro de la "acción climática".

KiboCUBE: Una asociación para la educación, la industria, la innovación y la infraestructura

La contribución de JAXA a los ODS no se limita al ámbito de la observación de la Tierra. A través de una iniciativa de colaboración, denominada KiboCUBE y ejecutada con la ayuda de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de las Naciones Unidas (UNOOSA), JAXA también apoya a los países emergentes y en desarrollo brindándoles la oportunidad de desplegar CubeSats desde el Módulo Experimental Japonés "Kibo", situado en la Estación Espacial Internacional, y ofreciéndoles cursos de formación y desarrollo de capacidades en tecnologías satelitales.

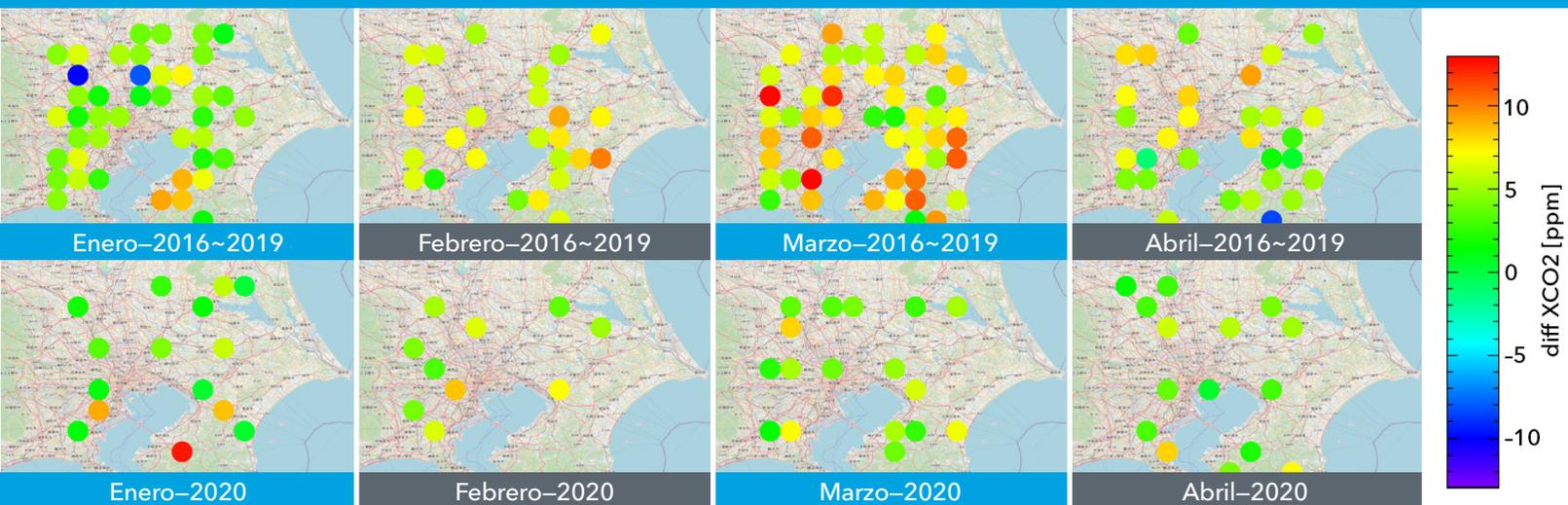
KiboCUBE promueve "la infraestructura resiliente, la industrialización inclusiva y la innovación" entre los países participantes fomentando una "educación de calidad" en conjuntos de competencias tecnológicas de alto nivel. Kenya y Guatemala ya han puesto en órbita sus primeros satélites a través de KiboCUBE, desarrollando así sus competencias en tecnología espacial y obteniendo acceso a datos satelitales.

En paralelo al avance de las tecnologías aeroespaciales que redundan en beneficio de la sociedad, JAXA promueve activamente la cooperación y las asociaciones internacionales con miras a la construcción de una sociedad en la que "nadie se quede atrás".

Para obtener el máximo provecho de las tecnologías espaciales,

Figura - Mapas de concentración de CO₂ en la parte inferior de la troposfera situada sobre Tokio, que muestran mejoras mensuales entre enero y abril de 2020 en comparación con la climatología mensual de 2016-2019

(Las observaciones del GOSAT se muestran mediante círculos de colores que abarcan un campo de visión de 10 km de diámetro) Analizado por JAXA/EORC.



Los satélites de observación de la Tierra de JAXA y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

ALOS-2 de JAXA

GCOM-W, GPM/DPR y ALOS-2 de JAXA

ALOS-2, GCOM-W, GPM/DPR, GOSAT y GCOM-C de JAXA

ALOS-2, GCOM-W, GPM/DPR y GOSAT de JAXA

especialmente de la observación de la Tierra a efectos de la resolución de los problemas mundiales y el logro de los ODS, la sostenibilidad de las actividades espaciales de cara al futuro es un requisito previo. A tal efecto, hemos previsto lanzar varios satélites y sensores nuevos, como ALOS-3/4, AMSR3 (GOSAT-GW) y Cloud Profiling Rader (EarthCARE).

Es fundamental asegurar las radiofrecuencias utilizadas por los sensores y satélites de observación de la Tierra y protegerlas contra las interferencias. La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) de la UIT puede desempeñar un papel importante en ese sentido. Esperamos que estas cuestiones

esenciales se tengan debidamente en cuenta en la próxima CMR, que tendrá lugar en 2023, para reforzar nuestra labor al servicio de nuestros ciudadanos.

El mundo actual nos plantea diversos retos y oportunidades, que a su vez conforman los ODS. Como hemos visto, las tecnologías aeroespaciales son un medio para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos. JAXA sigue trabajando en aras de la consecución de los ODS a través de sus innovadoras misiones y sus asociaciones mundiales.

¡Aunemos fuerzas para ejercer una influencia significativa en la sociedad y en la Tierra! ■

Centro de Meteorología Espacial de Météo-France

Por Sylvain Le Moal, Jefe de la División de Desarrollo de Datos Satelitales, Centro de Meteorología Espacial, [Météo-France](#)

■ El 1 de abril de 1960, apenas tres años después del lanzamiento del *Sputnik*, los Estados Unidos pusieron en órbita el primer satélite meteorológico, denominado *TIROS-1*, desde Cabo Cañaveral (Florida). Aunque el *TIROS-1* dejó de funcionar al cabo de 78 días debido a un fallo eléctrico, en los dos meses y medio que estuvo operativo envió 22 952 imágenes a la Tierra. "Por primera vez, el hombre obtuvo una visión completa del tiempo en un amplio segmento de la superficie de la Tierra", afirmó Francis Reichelderfer, antiguo jefe de la Oficina Meteorológica de los Estados Unidos. "Se hubieran necesitado entre 1 000 y 10 000 barcos en el Pacífico para llevar a cabo observaciones equivalentes a esas pocas fotografías del TIROS".

En 1963, la Dirección de Meteorología Nacional (*Direction de la Météorologie Nationale* – actualmente Météo-France) creó el Centro de Meteorología Espacial de Lannion (Bretaña). La primera imagen de un segmento de la órbita núm. 45 del *TIROS-8* se recibió justo a tiempo para Navidad, hacia las 12.30 horas UTC del 24 de diciembre de 1963.

El Centro Meteorológico Espacial fue el primero de su clase en Europa en recibir una imagen meteorológica satelital. Las imágenes de los satélites son interpretadas por especialistas conocidos como nefoanalistas, que plasman los datos relativos a las nubes en mapas, incluidos los contornos de las zonas nubladas, el nivel de cobertura de las nubes y los símbolos utilizados para clasificar los tipos de nubes.



“ El Centro de Meteorología Espacial desempeña un papel fundamental en el uso de los datos procedentes de los satélites de observación de la Tierra. ”

Sylvain Le Moal

El papel del Centro de Meteorología Espacial

El Centro de Meteorología Espacial desempeña un papel fundamental en el uso de los datos procedentes de los satélites de observación de la Tierra, gracias a sus 60 años de experiencia práctica en la elaboración de informes meteorológicos para Météo-France. El Centro supervisa toda la cadena de producción de datos satelitales, desde la adquisición de los datos brutos hasta su aplicación en estudios meteorológicos, oceanográficos y climáticos. Además, dispone de una amplia gama de herramientas técnicas para la obtención de datos satelitales y el seguimiento de satélites en movimiento, además de una gran capacidad de computación y almacenamiento de datos, que permite un acceso ulterior a los mismos en el futuro.

El Centro desempeña un papel internacional crucial en varias esferas:

- Participa en [Copernicus](#), el programa de observación de la Tierra de la Unión Europea, en particular en sus servicios de vigilancia del medio marino y del cambio climático.
- Dirige el Servicio de Aplicaciones de Satélites encargado del hielo oceánico y marino de la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos ([EUMETSAT](#)) y coordina las actividades satelitales relacionadas con las superficies oceánicas de los servicios meteorológicos de Dinamarca, Noruega y los Países Bajos y del Instituto francés de investigación para la explotación del mar ([IFREMER](#)).
- Asume nuevos proyectos, como el de teledetección de sargazo en el océano Atlántico, con objeto de mejorar las previsiones relativas a las algas de este tipo que se ven arrastradas a las playas del Caribe y Sudamérica.
- Está desarrollando una herramienta mundial para estimar las precipitaciones en función de datos obtenidos por satélite, con el fin de prevenir las inundaciones, especialmente en países que no disponen de radares propios, en el marco del proyecto COSPARIN (contribución del espacio al análisis del riesgo de inundación) de la Agencia Espacial Europea.

El centro de Lannion, que emplea a 65 personas, se dedica principalmente a la investigación, en particular a la formulación y validación de algoritmos de restauración de parámetros geofísicos basados en mediciones de satélites meteorológicos en los siguientes campos:

- Propiedades microfísicas y macrofísicas de las nubes.
- Parámetros de la superficie oceánica.
- Sondeos atmosféricos.

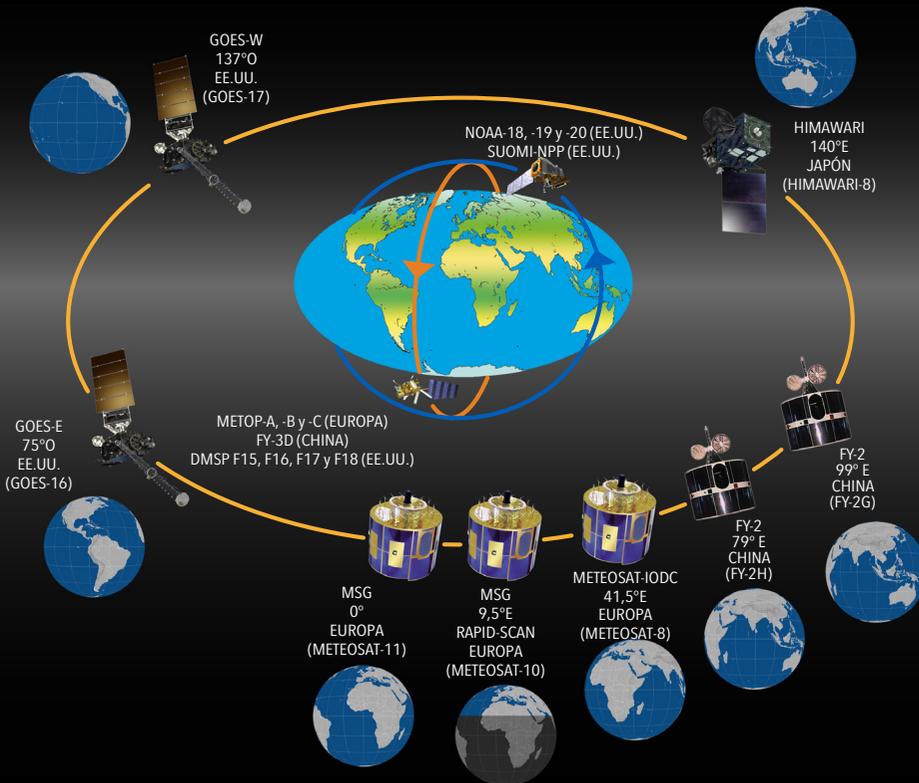
Satélites meteorológicos

EUMETSAT explota satélites geostacionarios Meteosat y satélites en órbita MetOp. La Organización Meteorológica Mundial ([OMM](#)) facilita los intercambios entre las agencias espaciales, los operadores de satélites y los servicios meteorológicos nacionales y proporciona acceso en tiempo real a datos meteorológicos de satélites propiedad de Estados Unidos, China y Japón, entre otros.

Proporcionar información útil a escala universal: Desde datos para modelos de predicción numérica del tiempo hasta imágenes para meteorólogos

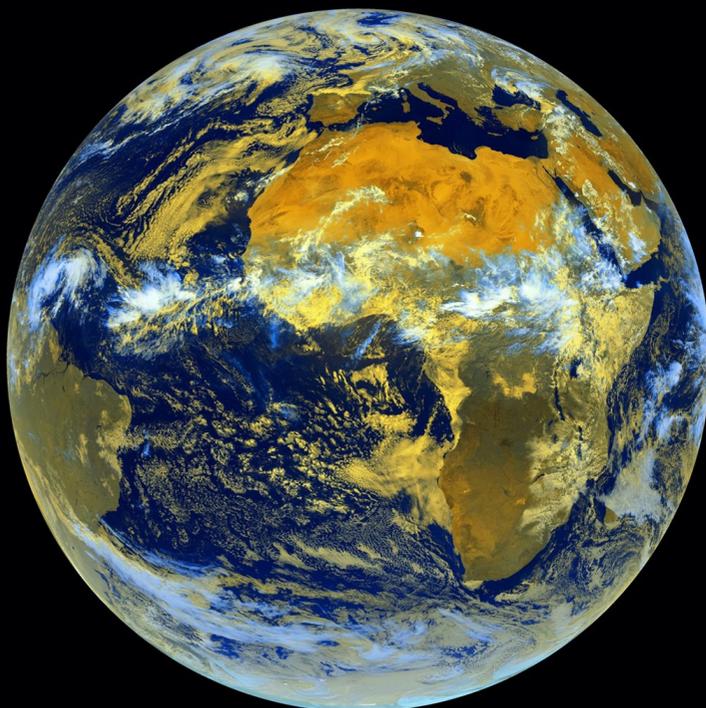
El Centro recibe los datos brutos de los satélites meteorológicos y produce, en tiempo real, imágenes y datos para su uso por meteorólogos y su aplicación en modelos numéricos de predicción del tiempo, entre otros ámbitos.

Satélites meteorológicos utilizados por Météo-France © Météo-France/Centro de Meteorología Espacial



Meteosat-11, imagen en color del 28 de julio de 2020 a las 12 p.m. UTC

© Météo-France/Centro de Meteorología Espacial



La mayoría (más del 90%) de los datos de observación utilizados en modelos numéricos de predicción del tiempo proceden de satélites. Los datos satelitales se emplean, en particular, para compensar la falta de mediciones convencionales en "desiertos meteorológicos", como son las amplias extensiones de océano, desierto o montañas.

Estas imágenes se crean para atender las necesidades de diversos usuarios, entre ellos:

- la propia Météo-France;
- otras entidades externas, a través de Météo France International;
- laboratorios de investigación, universidades y escuelas superiores;
- empresas;
- medios de comunicación y usuarios principales de las imágenes satelitales en la Francia continental y los territorios de ultramar;
- organismos de defensa nacional, que recurren cada vez más a los datos satelitales;
- eventos deportivos; y
- particulares.

“

La mayoría de los datos obtenidos mediante satélites de observación de la Tierra de alcance mundial proceden de bandas de frecuencias adecuadas, con propiedades físicas precisas y únicas, que no pueden modificarse ni reproducirse en otras bandas.

”

Sylvain Le Moal

La mayoría de los datos obtenidos mediante satélites de observación de la Tierra de alcance mundial proceden de bandas de frecuencias adecuadas, con propiedades físicas precisas y únicas, que no pueden modificarse ni reproducirse en otras bandas. De ahí que la OMM y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) hayan decidido renovar su acuerdo de cooperación en materia de protección y optimización de las frecuencias que revisten una importancia crucial para la observación de la Tierra y la atmósfera.

El futuro de los satélites europeos

El programa Meteosat de Tercera Generación (MTG) y el programa MetOp de Segunda Generación (MetOp SG) tomarán el relevo de las misiones satelitales actuales y, en principio, los primeros satélites de ambos programas se pondrán en órbita en 2022 y 2023, respectivamente.

El programa MTG dispone de seis satélites geoestacionarios: cuatro satélites para la obtención de imágenes MTG-I y dos satélites de sondeo MTG-S. Además de los nuevos radiómetros para la obtención avanzada de imágenes, los satélites MTG tendrán capacidades de sondeo por infrarrojos y detección de rayos.

Los satélites MetOp-SG también serán más potentes que los actuales satélites MetOp en órbita e integrarán instrumentos más avanzados, en particular herramientas para la obtención de imágenes por microondas con miras a su uso en el estudio de las precipitaciones.

El lanzamiento de los primeros satélites MTG y MetOp-SG supondrá otro gran paso adelante para la meteorología europea, de los que parecen darse cada dos décadas. ■

Satélites Meteosat de Tercera Generación (MTG)

© Agencia Espacial Europea (AEE)



La contribución de la AEMA y Copernicus a la política de medio ambiente y cambio climático de la UE

Por **Andrus Meiner**, Jefe de Grupo, Servicios de Información Geoespacial, y **Chris Steenmans**, Jefe de Servicios de Información y Datos, la Agencia Europea de Medio Ambiente ([AEMA](#))

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) es una agencia creada por la Unión Europea en 1990 con sede en Copenhague. Su función principal consiste en facilitar datos sólidos e independientes en lo que respecta al medio ambiente, situándose así entre las fuentes de información más importantes para los responsables de la elaboración, adopción, aplicación y evaluación de las políticas medioambientales, así como para el público en general. La AEMA cuenta con el apoyo de la Red Europea de Información y de Observación sobre el Medio Ambiente ([Eionet](#)), que a su vez se compone de unas 350 organizaciones de toda Europa, a través de las cuales recaba y difunde datos e información relacionados con el medio ambiente. La Agencia cuenta con 32 países miembros.

El mandato de la AEMA consiste en ayudar a la Comunidad Europea y a los países miembros y cooperantes a tomar decisiones fundamentadas

a efectos de la mejora del medio ambiente, la integración de las consideraciones medioambientales en las políticas económicas y la promoción de la sostenibilidad. Además, se encarga de la coordinación de la Eionet.

Estado y perspectivas del medio ambiente en Europa

La AEMA contribuye a una mejora significativa y cuantificable del medio ambiente europeo y apoya el desarrollo sostenible, en particular mediante la elaboración de un informe periódico sobre el estado y las perspectivas del medio ambiente en Europa.

En diciembre de 2019, la AEMA presentó su informe El medio ambiente en Europa - Estado y perspectivas 2020 ([SOER](#)), en el que se detalla la envergadura y la urgencia sin precedentes de los desafíos ambientales, climáticos y de sostenibilidad a los que se enfrenta actualmente Europa.



Andrus Meiner



Chris Steenmans



Diversos problemas incipientes y sistémicos amplían y agravan un gran número de problemas arraigados en el pasado que aún persisten.



Andrus Meiner,
Chris Steenmans

El medio ambiente en Europa - Estado y perspectivas 2020: Conocimientos para la transición a una Europa sostenible

Europa no alcanzará sus objetivos para 2030 si no adopta medidas urgentes durante el próximo decenio para hacer frente a la alarmante pérdida de biodiversidad, al aumento de los efectos del cambio climático y al consumo excesivo de recursos naturales. En el último informe de la AEMA sobre el estado del medio ambiente se afirma que los desafíos medioambientales a los que se enfrenta Europa son de una envergadura y una urgencia sin precedentes.

Véase el [informe completo](#).

La Agencia Europea de Medio Ambiente presenta un análisis pormenorizado sobre el estado del medio ambiente en Europa.

Véase el [video](#) al respecto.

Diversos problemas incipientes y sistémicos, asociados a la incertidumbre, la ambigüedad y los conflictos de intereses, amplían y

agravan un gran número de problemas arraigados en el pasado que aún persisten (véase el informe y el vídeo conexos).

El Pacto Verde Europeo

La nueva Comisión Europea adoptó el Pacto Verde Europeo (en adelante, el [Pacto](#)) en diciembre de 2019, en respuesta a estos desafíos sistémicos. Dicho instrumento proporciona un marco para la adopción de iniciativas y medidas ambiciosas, con el objetivo de conducir firmemente a Europa hacia la senda de la sostenibilidad y demostrar que la sostenibilidad y la prosperidad pueden ir de la mano. En el Pacto se reconoce la labor que está realizando la AEMA con miras a destacar la envergadura y la urgencia de los retos existentes y se establece una hoja de ruta, que comprende unas 50 políticas y medidas clave para abordar estas cuestiones.

Entre las medidas propuestas en el Pacto, figura asimismo la adopción de un Programa General de Acción de la Unión en materia de medio ambiente hasta 2030 (8° PMA) para facilitar la aplicación, el cumplimiento y la ejecución efectiva de las políticas y la legislación sobre medio ambiente y clima, incluido un nuevo mecanismo de seguimiento. La AEMA y la Eionet desempeñarán un papel decisivo en la aplicación de las medidas propuestas en el Pacto y la ejecución del 8° PMA.

La nueva estrategia de la AEMA y la Eionet para 2021-2030

A tal efecto, la AEMA y la Eionet han desarrollado una nueva estrategia para el periodo comprendido entre 2021 y 2030.

En esta estrategia se destaca el papel de los datos y de su comprensión en la década crucial que se avecina. Además, se define la metodología de trabajo conjunto de la AEMA y la Eionet con otros proveedores de conocimientos a nivel europeo y en el seno de los países miembros de dicha red, a fin de promover los objetivos medioambientales y climáticos de Europa.

La propuesta de la Comisión Europea para el 8° PMA incluye condiciones propicias al logro de los objetivos prioritarios del programa. Estas prevén, en particular, aprovechar el potencial de las tecnologías digitales y basadas en los datos para apoyar la política en materia de medio ambiente, minimizando al mismo tiempo su huella ecológica. En concreto, se solicita a la AEMA que ayude a la Comisión a mejorar la disponibilidad y la pertinencia de los datos y conocimientos, a través de medidas tales como la integración de los datos relativos a las repercusiones ambientales, sociales y económicas y la plena explotación de los datos disponibles, incluidos los proporcionados por Copernicus.

“

Si bien se han constatado importantes mejoras en la ejecución de los servicios de Copernicus, urge cada vez más facilitar la adopción y el uso de estos servicios y sus conjuntos de datos"

*Andrus Meiner y
Chris Steenmans*

”

Andrus Meiner,
Chris Steenmans

El Programa Copernicus

El Programa Copernicus se creó en virtud de un reglamento de la Unión Europea (UE) en 2014, con objetivos tales como respaldar las políticas medioambientales y climáticas de la UE mediante el desarrollo de servicios de información basados en datos recopilados por satélite e in situ. Entre estos figuran el Servicio de vigilancia medioambiental marina de Copernicus (SVMMC), el Servicio de vigilancia terrestre de Copernicus (SVTC), y el Servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S), el Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus (SVAC) y, para casos específicos, el Servicio de gestión de emergencias de Copernicus (SGEC).

El mismo reglamento recoge un compromiso formal de la AEMA, que se vio reafirmado en el programa espacial de la UE y un nuevo reglamento para 2021-2027. La Agencia ha suscrito un convenio de contribución con la Comisión Europea, a efectos de la creación de un servicio de vigilancia en tierra y la coordinación de la componente in situ de Copernicus. Además, la AEMA sigue haciendo uso de los servicios antes mencionados, para desarrollar herramientas de la índole de un índice de calidad del aire, indicadores para el seguimiento de los ecosistemas terrestres y marinos, y una plataforma de adaptación climática operativa.

Si bien se han constatado importantes mejoras en la ejecución de los servicios de Copernicus, urge cada vez más facilitar la adopción y el uso de estos servicios y sus conjuntos de datos. La adopción de los servicios de Copernicus por la AEMA y la Eionet se menciona explícitamente en la Estrategia AEMA-Eionet 2021-2030. En el nuevo reglamento espacial de la UE también se prevé un uso combinado de los diferentes servicios de Copernicus, lo que requerirá la cooperación y la coordinación de los actores de la AEMA y la Eionet con los que se relaciona Copernicus.

Las nuevas iniciativas políticas establecidas en el marco del Pacto incluyen nuevas solicitudes de datos terrestres en esferas relacionadas con la biodiversidad y los ecosistemas, la atenuación de los efectos del cambio climático y la

adaptación a los mismos, un objetivo de "contaminación cero" y una serie de aspectos pertinentes de la economía circular (por ejemplo, un entorno construido de forma sostenible). A escala mundial, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen en cuenta la degradación de la tierra. La meta 15.3 de los ODS, relativa a la información sobre el uso de la tierra, respalda otros objetivos, como el ODS 11 sobre ciudades sostenibles.

El vínculo entre las prioridades del Pacto y los productos del SVTC viene explícitamente señalado en el 8º PMA. De ahí que la AEMA se disponga a crear una plataforma de información relevante para las políticas, que proporcionará herramientas transparentes y fáciles de utilizar para recuperar datos e información a partir de productos del SVTC.

En la nueva Estrategia AEMA-Eionet 2021-2030 se hace hincapié en el conocimiento avalado por datos, véanse evaluaciones, indicadores y análisis de avances en la consecución de objetivos, basados en el mayor conjunto de datos medioambientales y climáticos recopilados periódicamente en Europa.

Uno de los objetivos estratégicos consiste en aprovechar al máximo el potencial de los datos, la tecnología y la digitalización para adoptar las nuevas tecnologías, los macrodatos, la inteligencia artificial y la observación de la Tierra (Copernicus), con objeto de facilitar la toma de decisiones. ■

La teledetección por microondas de la Tierra y el espectro electromagnético

Por **Paolo de Matthaéis**, Presidente, Comité Técnico de Atribución de Frecuencias para la Teledetección (FARS) de la Sociedad de Geociencia y Teledetección (GRSS) del IEEE

■ Por teledetección se entiende la recopilación de información sobre un objeto o un fenómeno a distancia, sin ningún contacto físico. En el contexto de las ciencias de la Tierra, los datos se obtienen mediante sensores espaciales o aerotransportados y el objeto de las observaciones es la atmósfera o la superficie terrestre u oceánica. En el caso de la teledetección por microondas, se realizan mediciones de radiaciones electromagnéticas que van desde menos de 45 MHz hasta un Terahercio o más.

La teledetección por microondas puede ser pasiva o activa. Los sensores pasivos miden las radiaciones procedentes de los objetos observados. En este caso, puede tratarse de radiaciones emitidas por los propios objetos o por la energía que procede del Sol y se refleja en dichos objetos. La teledetección por microondas se centra esencialmente en el primer tipo de radiación, que se mide con ayuda de unos instrumentos denominados radiómetros. Los instrumentos activos transmiten señales y miden la radiación que se refleja o dispersa desde una zona iluminada.

Funcionamiento en radiofrecuencias específicas

Los sensores de microondas empleados en el ámbito de las ciencias de la Tierra funcionan en frecuencias radioeléctricas específicas, elegidas en función de las características de emisión, reflexión o absorción de la radiación electromagnética del objeto observado. Las frecuencias utilizadas para estas observaciones vienen determinadas por las características físicas inmutables del objeto observado y no pueden ser sustituidas por otras.



“Las frecuencias utilizadas para estas observaciones vienen determinadas por las características físicas inmutables del objeto observado y no pueden ser sustituidas por otras.”

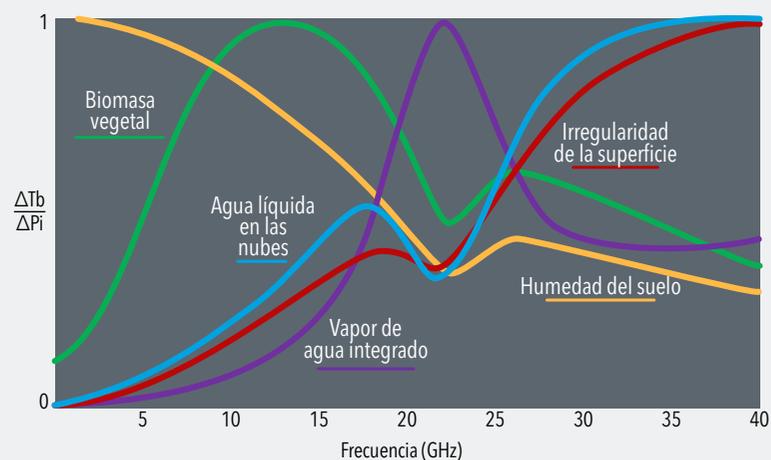
Paolo de Matthaéis

Además de necesitar una frecuencia específica, cabe tener en cuenta que, generalmente, el uso de un ancho de banda más amplio durante la medición de la característica deseada permite obtener resultados más precisos. Para lograr la misma resolución con un ancho de banda más estrecho, se necesitaría un receptor más sensible.

Las Figuras 1 y 2 ilustran, en la gama 0-40 GHz, la sensibilidad de las características de emisión electromagnética de los principales objetos de teledetección oceánica y terrestre, respectivamente, de interés para las ciencias de la Tierra. Por ejemplo, la humedad del suelo puede estimarse con mayor precisión si las mediciones se llevan a cabo en frecuencias bajas, donde la sensibilidad es muy elevada (véase la Figura 1); en consecuencia, la frecuencia de funcionamiento de los sensores concebidos a tal efecto es 1,4 GHz.

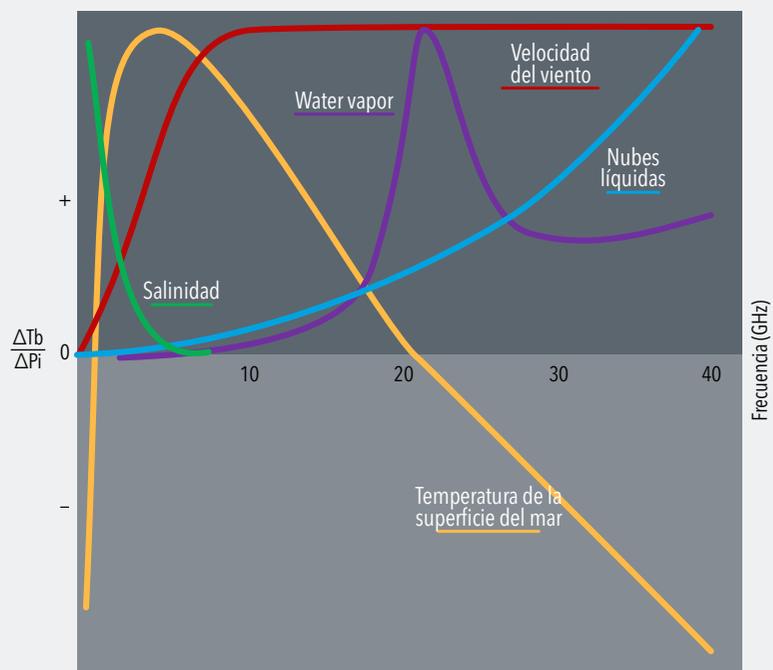
El hecho de que las emisiones puedan depender de cualquier parámetro físico entraña su dependencia de otros parámetros. Por tanto, para estimar correctamente un parámetro físico, a menudo es necesario efectuar mediciones en múltiples frecuencias con objeto de corregir las emisiones no deseadas.

Figura 1 – Sensibilidad relativa de la temperatura de brillo a distintos parámetros geofísicos en superficies terrestres en función de la frecuencia



Fuente: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Handbook of Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses, segunda edición. Washington, DC, 2015.

Figura 2 – Sensibilidad relativa de la temperatura de brillo a distintos parámetros geofísicos en superficies oceánicas en función de la frecuencia



Fuente: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Handbook of Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses, segunda edición. Washington, DC, 2015.

Por ejemplo, es preciso observar la cresta de absorción de vapor de agua en dos frecuencias distintas, normalmente en torno a 18 GHz y 23 GHz, para evaluar la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera (véase la Figura 2).

Interés para la sociedad

La teledetección desde el espacio permite recopilar datos a escala mundial, incluso en zonas que de otro modo se considerarían peligrosas o inaccesibles. La teledetección puede aplicarse a efectos del seguimiento de la deforestación en zonas como la cuenca del Amazonas, el estudio de las características de los glaciares en las regiones ártica y antártica y el sondeo de las profundidades costeras y oceánicas, entre otras aplicaciones.

La teledetección también complementa, o incluso sustituye, las lentas y costosas actividades de recopilación de datos en superficie, evitando así perturbar ciertas zonas u objetos.

Las plataformas orbitales recaban y transmiten datos de diferentes partes del espectro electromagnético, lo que, junto con los análisis y mediciones que se efectúan a mayor escala desde el aire o la superficie, proporciona a los investigadores información suficiente para llevar a cabo un seguimiento de fenómenos naturales a largo y corto plazo como El Niño.

Entre los campos de aplicación de las ciencias de la Tierra, cabe destacar la gestión de los recursos naturales, el sector agrícola (por ejemplo, para el uso y la conservación de la tierra), la detección y el seguimiento de los derrames de petróleo, y la seguridad nacional y la recopilación de datos desde el aire, en superficie y a una distancia de seguridad en zonas fronterizas.

El valor económico de las observaciones vinculadas a las ciencias de la Tierra asciende fácilmente a cientos de miles de millones de dólares, lo que supera con creces el coste de los programas que permiten explotar los sistemas de recopilación de datos en la materia.

Bandas de frecuencias e interferencias

Habida cuenta de la creciente demanda de espectro electromagnético, sobre todo en el caso de las aplicaciones comerciales, muchos servicios tienen que compartir bandas de frecuencias o utilizar bandas contiguas.

En consecuencia, muchos sistemas radioeléctricos sufren los efectos de unas señales no deseadas, conocidas como interferencias de radiofrecuencias, que perturban y degradan su calidad de funcionamiento. La teledetección por microondas no es inmune a este problema; de hecho, la teledetección pasiva se ve especialmente afectada, ya que depende de

“

Habida cuenta de la creciente demanda de espectro electromagnético, sobre todo en el caso de las aplicaciones comerciales, muchos servicios tienen que compartir bandas de frecuencias o utilizar bandas contiguas.

”

Paolo de Matthaeis

emisiones electromagnéticas naturales muy débiles y de instrumentos sensibles en bandas de observación estrechas. Las actividades de teledetección en las bandas de frecuencias inferiores a 20 GHz han sufrido durante décadas las interferencias causadas por la explotación de otros servicios.

Sin embargo, cabe prever que las actividades de teledetección en las bandas de frecuencias superiores a 20 GHz sean objeto de interferencias ubicuas e incluso más graves, debido a la utilización de estas frecuencias más altas por servicios tales como los que dan soporte a la 5G y la Internet de banda ancha en aviones y barcos o en lugares remotos.

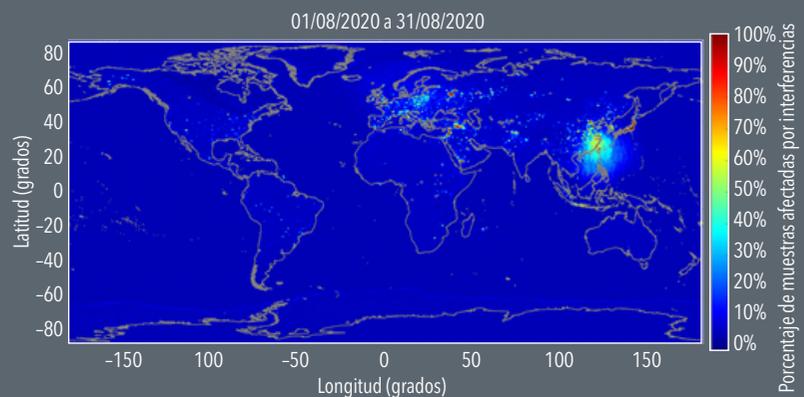
Las Figuras 3 y 4 ilustran ejemplos de interferencias observadas por sensores pasivos a 1,4 GHz y 18,7 GHz, respectivamente, mientras que la Figura 5 muestra interferencias de radiofrecuencias detectadas por un instrumento activo a 5,405 GHz.

Comité Técnico de Atribución de Frecuencias para la Teledetección de la GRSS del IEEE

El Comité Técnico de Atribución de Frecuencias para la Teledetección (FARS) de la Sociedad de Geociencia y Teledetección (GRSS) del IEEE se creó en el año 2000 como entidad de enlace entre la comunidad de la teledetección y el medio regulador de las radiofrecuencias.

El Comité Técnico trata de sensibilizar a todas las partes interesadas proporcionando una perspectiva y una visión técnica basadas en la teledetección a los reguladores de radiofrecuencias, y brindando asistencia en materia de gestión del espectro a los científicos e ingenieros especializados en este campo.

Figura 3 – Interferencia observada por el radiómetro de detección activa y pasiva de la humedad del suelo (SMAP) en la banda de frecuencias 1 400-1 427 MHz durante agosto de 2020



Fuente: [Centro de Vuelos Espaciales Goddard de la NASA](#)

Figura 4 – Niveles máximos de interferencia observados por el generador de imágenes por microondas para la medición de las precipitaciones a escala mundial (GPM) en la banda 18,6 -18,8 GHz sobre los Estados Unidos durante 2019

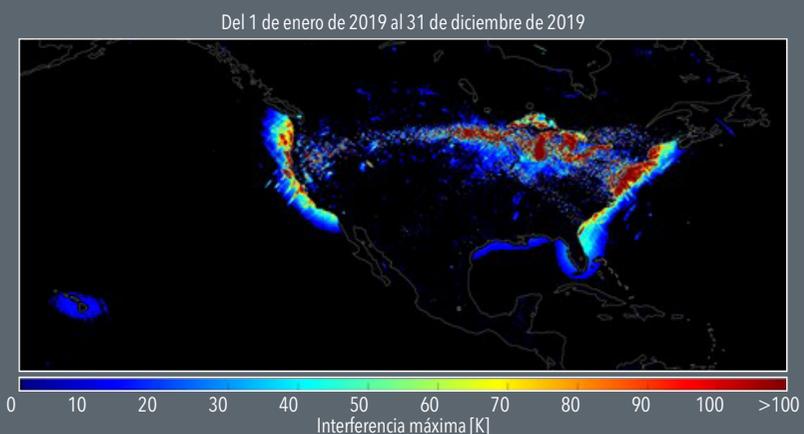
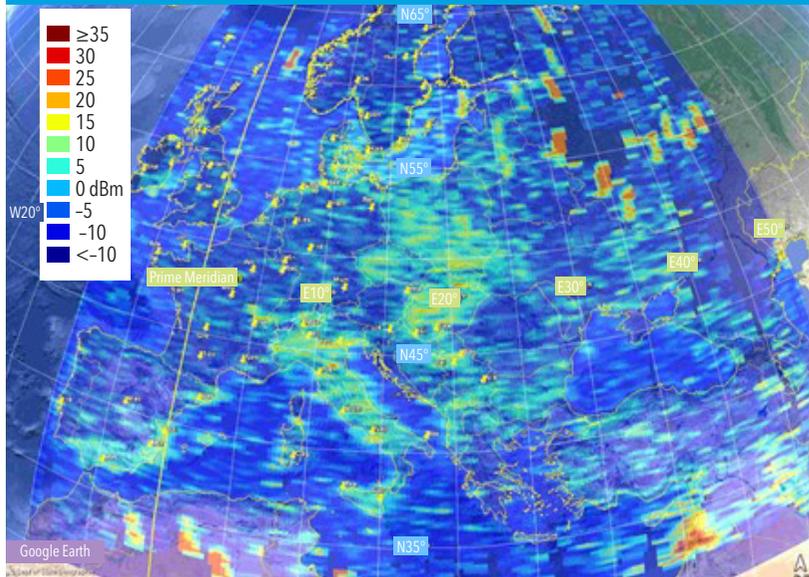


Figura 5 – Mapa de la potencia de las interferencias en banda C a las mediciones del radar de apertura sintética Sentinel-1, con la ubicación de ciertos radares meteorológicos superpuesta



Fuente: A. Monti-Guarnieri, D. Giudici y A. Recchia, "Identification of C-Band Radio Frequency Interferences from Sentinel-1 Data", Remote Sensing, vol. 9, núm. 11, pág. 1183, noviembre de 2017.

El FARS promueve el desarrollo de la tecnología de detección y atenuación de las interferencias de radiofrecuencias mediante la organización de reuniones técnicas en el marco de conferencias, talleres y otros eventos pertinentes relacionados con los procesos, problemas y tecnologías mencionados supra.

Este Comité Técnico también está desarrollando una base de datos en línea sobre interferencias de radiofrecuencias observadas por sensores de teledetección. En todas estas actividades, el FARS favorece el intercambio de información entre investigadores de diferentes campos, como la teledetección, la radioastronomía y las telecomunicaciones, con el objetivo común de reducir al mínimo las interferencias perjudiciales entre sistemas. ■

Vigilar la atmósfera, los océanos y el clima desde el espacio para transformar nuestro mundo

Por **Markus Dreis**, Jefe de la Oficina de Gestión de Frecuencias, Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)

■ En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Resolución titulada Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que comprende un plan de acción con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible destinados a la erradicación de la pobreza como requisito indispensable para el desarrollo sostenible.

Estos ambiciosos objetivos y sus 169 metas estimularán durante los próximos 15 años la acción en esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta. En este contexto se reconoce la interdependencia entre la lucha por la paz y la prosperidad, la promoción de la salud y la dignidad de las personas, la utilización sostenible de los recursos de nuestro planeta y la necesidad de adoptar medidas urgentes contra el cambio climático, así como la importancia de forjar alianzas eficaces para lograr este objetivo.

La observación global de la Tierra desde el espacio y su decisivo papel en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Nuestra sociedad depende cada vez más de las condiciones meteorológicas y climáticas. Los datos de los satélites meteorológicos y de observación de la Tierra han adquirido una importancia crucial en la realización de predicciones climáticas para todo tipo de gamas de tiempo, el seguimiento del clima y la producción de alertas oportunas y datos en los que sustentar la toma de decisiones públicas y privadas en favor de nuestro bienestar socioeconómico y del desarrollo sostenible.

Por consiguiente, los satélites meteorológicos y de observación de la Tierra contribuyen directamente a la aplicación de la Agenda 2030, mediante el suministro a escala mundial de observaciones precisas, coherentes y oportunas del tiempo, el medio ambiente y el clima desde el espacio.



“
Nuestra sociedad depende cada vez más de las condiciones meteorológicas y climáticas.
”

Markus Dreis

La aplicación de los datos dimanantes de estas actividades permite salvar vidas, evitar pérdidas económicas y promover el desarrollo sostenible y la innovación. El cumplimiento de esos fines contribuye de forma práctica y tangible a la consecución de muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para estar a la altura del desafío que supondrá el desarrollo sostenible durante el próximo decenio y en adelante, y satisfacer las expectativas de gobiernos, ciudadanos y empresas en relación con las previsiones y alertas tempranas de los fenómenos meteorológicos de alto impacto, es fundamental garantizar la disponibilidad de una red mundial de satélites meteorológicos y de observación de la Tierra.

El papel de EUMESTAT y otras agencias espaciales

Los satélites meteorológicos y de observación de la Tierra están equipados con generadores de señales y de imágenes visibles e infrarrojas. Los datos que proporcionan esos instrumentos se utilizan para obtener numerosos parámetros meteorológicos y medioambientales. Los satélites en órbita polar están equipados además con instrumentos de detección activa y pasiva por microondas para generar, por ejemplo, perfiles verticales de temperatura y humedad de la atmósfera e información sobre la distribución de las nubes, la cubierta de nieve y hielo, y la temperatura y los vientos

“

Las previsiones meteorológicas pueden asimismo fomentar el crecimiento económico, ya que nuestras economías altamente desarrolladas y muchos ámbitos de nuestra vida moderna dependen en gran medida de las condiciones meteorológicas.

”

Markus Dreis

de la superficie del océano, a escala mundial. Se sabe que todas estas variables atmosféricas desempeñan un papel importante en las previsiones meteorológicas y en la vigilancia del cambio climático a largo plazo.

El objetivo principal de la organización intergubernamental EUMETSAT es establecer, mantener y explotar satélites meteorológicos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este organismo ejerce sus funciones en estrecha colaboración con todas las demás agencias espaciales que explotan satélites meteorológicos, con la finalidad común de mantener una

red mundial de satélites meteorológicos, en el marco del Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos (CGMS).

En respuesta a la agenda de acción climática mundial, la organización también aspira a contribuir a la vigilancia operacional del clima y la detección de los cambios climáticos a través de esta red mundial de sistemas de satélites meteorológicos y de observación de la Tierra. El Grupo de trabajo mixto sobre el clima del CGMS y el Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS) se encargan de coordinar la implementación de la arquitectura para la vigilancia del clima desde el espacio.

Fenómenos climáticos de alto impacto

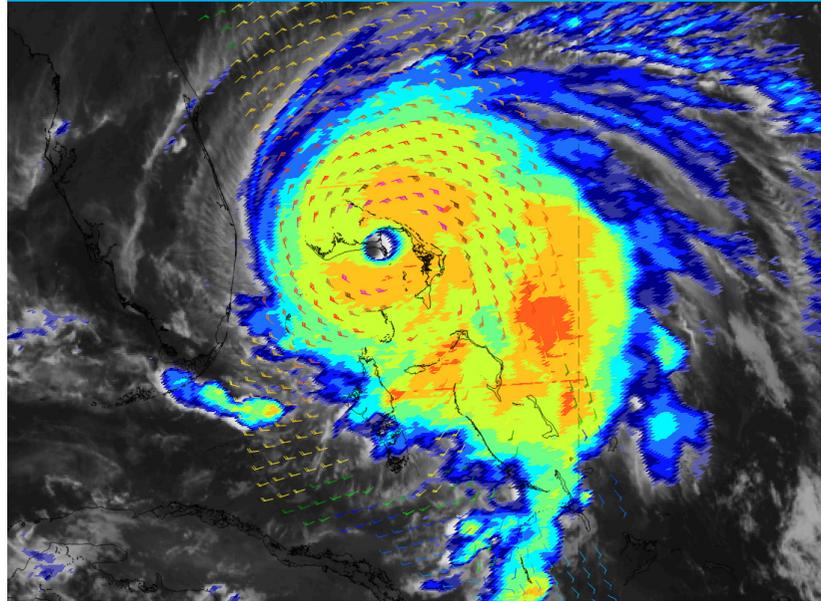
Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (NMHS) de todo el mundo utilizan las observaciones efectuadas desde los satélites meteorológicos geostacionarios y no geostacionarios para prevenir la pérdida de vidas y bienes económicos que pueden conllevar ciertos eventos meteorológicos e hidrológicos peligrosos. Los datos satelitales en tiempo real pueden emplearse directamente para la predicción de fenómenos meteorológicos de alto impacto, o integrarse en modelos de predicción numérica en los que basar predicciones que pueden abarcar desde días hasta estaciones.

Además, existe una red global de sistemas de recopilación de datos integrados en satélites meteorológicos, cuyo objetivo es recabar y retransmitir, en tiempo real, observaciones in situ desde plataformas automatizadas desplegadas sobre continentes y océanos (por ejemplo, sobre el Océano Índico), en el marco del sistema global de alerta temprana de tsunamis.

Basándose en estas previsiones, los NMHS emiten alertas tempranas que ayudan a reducir el número de personas afectadas por las catástrofes y las pérdidas económicas conexas. Dada su aplicación en las previsiones del tiempo, las observaciones meteorológicas desde el espacio también contribuyen a la seguridad y la capacidad del sector del transporte, al desarrollo sostenible y la agricultura, a la gestión de los recursos hídricos y terrestres y a la protección de la salud pública, por ejemplo, en caso de olas de calor amplificadas por los islotes térmicos registrados en las megalópolis.

Las previsiones meteorológicas pueden asimismo fomentar el crecimiento económico, ya que nuestras economías altamente desarrolladas y muchos ámbitos de nuestra vida moderna dependen en gran medida de las condiciones meteorológicas. Tal es el caso de los sectores del transporte, la energía, la agricultura, el turismo, la alimentación y la construcción, entre otros. En consecuencia, los beneficios socioeconómicos de las

El huracán Dorian, que batió récords en septiembre de 2019, tocó tierra en Elbow Cay (Bahamas) con vientos de 295 km/h, conforme a las observaciones de varios instrumentos instalados en distintos satélites (Metop A, Sentinel-3B, GOES-17). Este tipo de instrumentos puede utilizarse para investigar las diferentes características de los huracanes y sus repercusiones, como se observa en este ejemplo.



previsiones y su constante mejora son directamente proporcionales al producto interno bruto (PIB) de un país o una región.

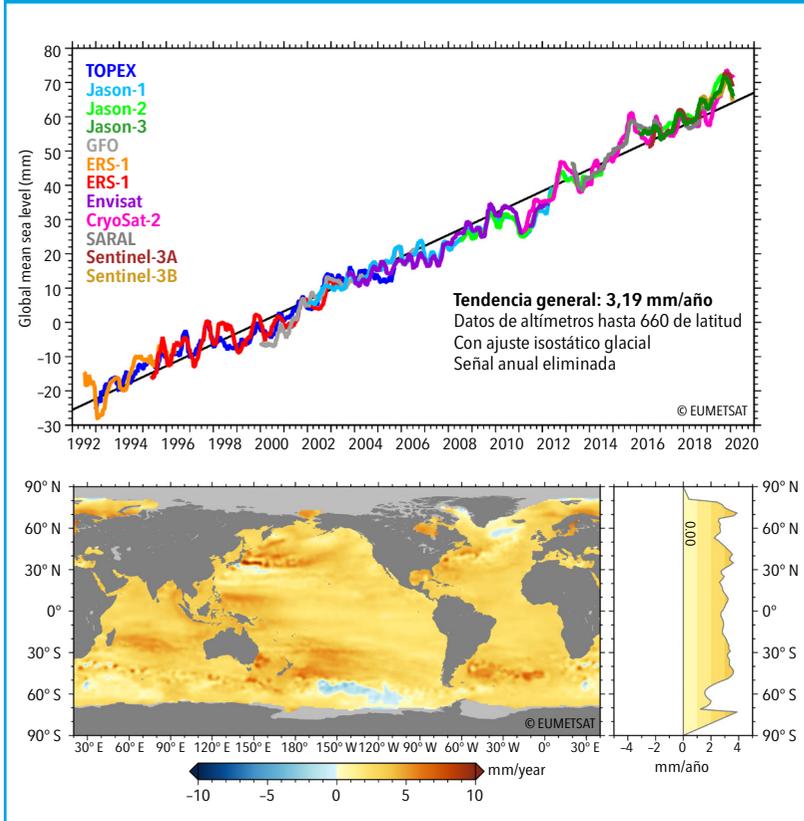
Nuestros océanos

La vigilancia de los océanos reviste una importancia crucial. El flujo de datos marítimos integrados resultante brinda información sobre las corrientes oceánicas, los vientos que soplan en la superficie oceánica, el estado del mar, el hielo marino, la temperatura de la superficie del mar y el color del océano. Estos datos pueden utilizarse

directamente e integrarse en modelos de predicción meteorológica y oceánica, a fin de generar información crucial para la seguridad en el mar, el funcionamiento de las infraestructuras marinas, la pesca, el uso sostenible de los recursos marinos y la protección de ecosistemas marinos y costeros vitales.

El aumento del nivel medio del mar es un indicador sensible del impacto del cambio climático, cuyas repercusiones son especialmente relevantes para las zonas costeras y los pequeños Estados insulares.

Aumento del nivel del mar observado por 12 satélites durante un período de 28 años (arriba) y un mapa de las tendencias del nivel del mar a escala regional (abajo)



Por tanto, la disponibilidad de mediciones fiables y sumamente precisas del nivel medio del mar (véanse las dos figuras conexas) será crucial para el logro de los objetivos centrales del Acuerdo de París de 2015, que consisten en reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, así como la capacidad de los países para hacer frente a sus efectos.

Composición atmosférica

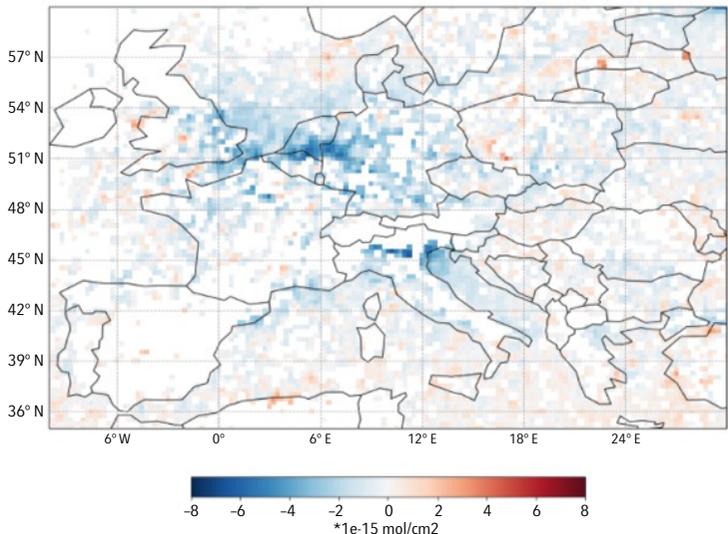
Otro elemento importante es el seguimiento de la composición atmosférica desde el espacio por conducto de satélites geoestacionarios y de órbita polar y, en el futuro, de otros instrumentos de la costelación Sentinel proporcionados por el programa Copernicus de la UE.

De estas observaciones satelitales se obtienen datos fundamentales para las previsiones relativas a la calidad del aire en grandes zonas urbanas, la capa de ozono y la radiación ultravioleta nociva, así como a las tormentas de arena y polvo, especialmente en África. La aplicación de esta información a fin de regular el tráfico u otras actividades económicas y advertir de posibles problemas respiratorios redundan en favor de la salud pública. Los datos y las imágenes también pueden utilizarse para prever la dispersión y el transporte de la contaminación accidental y para vigilar los incendios forestales y los penachos de aerosoles, así como los gases que generan estos últimos (véanse las imágenes que muestran anomalías de NO₂). La observación de las cenizas volcánicas y los penachos de SO₂ también son cruciales para garantizar la seguridad de la aviación y la optimización de la capacidad de gestión del tráfico aéreo en caso de erupción (véanse las imágenes de los penachos de ceniza).

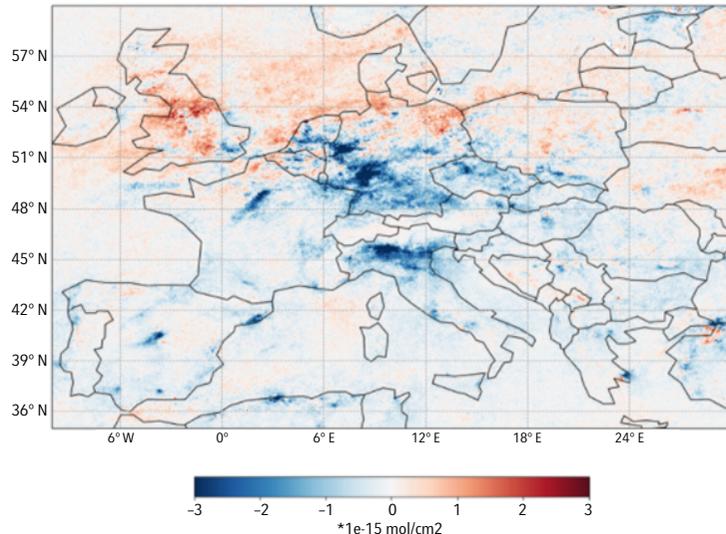
La evolución del clima

Los satélites proporcionan una oportunidad única para observar de forma sistemática y global 31 de las 50 variables climáticas esenciales (VCE) determinadas en el marco del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) de la OMM.

Anomalía detectada en marzo de la densidad de la columna troposférica de NO₂ - basada en la media a largo plazo (2007-2018)



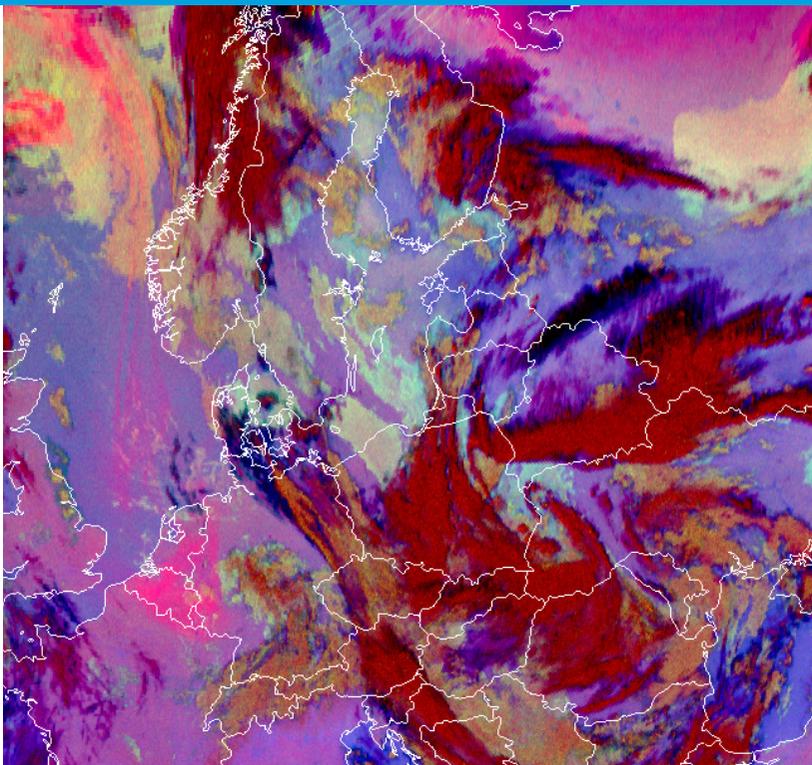
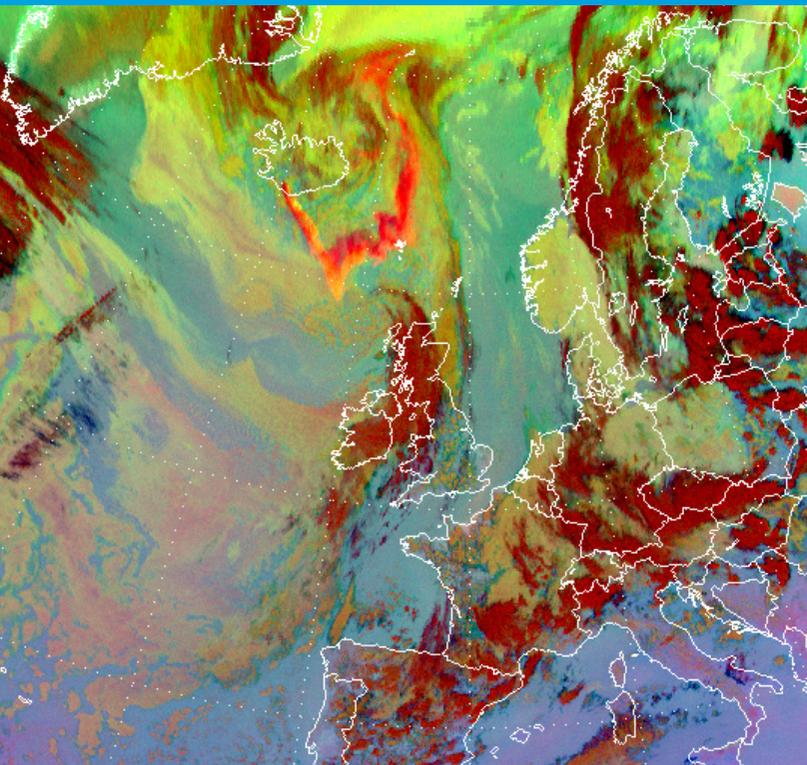
Anomalía de la columna de NO₂ total detectada en marzo desde Metop-A y B GOME-2. El período de referencia es 2007-2018.



Anomalía de la columna de NO₂ total detectada en marzo desde Metop-A y B GOME-2. El período de referencia es 2007-2018.

Durante el confinamiento decretado en marzo de 2020 en Europa, aunque cada país europeo estableció las restricciones que estimó oportunas, se produjo una disminución visible de las emisiones de NO₂. Dicha reducción se acentuó en las zonas más contaminadas - Valle del Po, Rin-Ruhr, Benelux, Londres y París. En esta ocasión, se observó una disminución media de las emisiones de NO₂ de entre un 30% y un 50% en comparación con años anteriores.

Desde el satélite Meteosat-9 pudo verse como el penacho de cenizas causado por la erupción del Eyjafjallajökull volvía a pasar por las Islas Británicas y los países del Benelux el 13 de mayo de 2010 (izquierda) y llegaba a Bélgica, los Países Bajos y Alemania el 18 de mayo de 2010 (derecha). Este penacho de cenizas tuvo graves repercusiones para la aviación civil en todo el mundo.



Con casi 40 años de experiencia en la recopilación de datos de satélites meteorológicos (por ejemplo, de los satélites Meteosat) y el compromiso de seguir recabando observaciones de sus satélites actuales y de próxima generación durante 30 años más, tanto EUMETSAT como sus agencias espaciales internacionales asociadas figuran entre los contribuyentes principales de la arquitectura para la vigilancia del clima desde el espacio, cuya coordinación incumbe conjuntamente al Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos (CGMS) y al Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS).

Mediante técnicas tales como el rescate de datos, la recalibración sistemática de datos históricos y el procesamiento ulterior de largas series de datos utilizando los algoritmos más recientes, EUMETSAT ya ha facilitado numerosos registros climáticos referentes a 15 VCE. Además, tiene previsto ampliar y mejorar los registros de datos sobre otras VCE de los ámbitos atmosférico, oceánico y terrestre.

Previsiones meteorológicas y producción de energía

La interdependencia entre la energía, el tiempo y el clima se está acentuando. Habida cuenta de que la demanda de energía sigue dependiendo de la temperatura, el

tiempo determina ahora el suministro de la proporción de energía renovable del conjunto de fuentes energéticas. Por tanto, si bien las previsiones meteorológicas influyen en las decisiones cotidianas en materia de producción energética, los datos climáticos son esenciales para tomar decisiones bien fundamentadas sobre las inversiones estratégicas que cabe realizar en el sector energético, especialmente en lo que atañe a las fuentes de energía preferidas y la capacidad de producción.

La contribución de las observaciones efectuadas desde los satélites meteorológicos es doble, ya que no solo permiten mejorar la precisión de las previsiones meteorológicas, sino que además se utilizan para crear registros climáticos de parámetros de radiación solar, lo que puede facilitar la toma de decisiones en relación con la disposición de instalaciones de energía solar.

La disponibilidad de los correspondientes recursos del espectro de frecuencias como requisito previo

Para poder explotar estos satélites meteorológicos y de observación de la Tierra, se necesita una cantidad determinada de recursos de frecuencias libre de interferencias (conforme a las disposiciones aplicables del Reglamento de

Radiocomunicaciones). Esto es importante para el control de los satélites, el funcionamiento de una serie de instrumentos de detección activa y pasiva por microondas, y la distribución oportuna de los datos directamente desde los satélites, o a través de medios alternativos que emplean otros servicios de radiocomunicaciones.

Dada la gran variedad de aplicaciones de estas radiofrecuencias, es preciso que los recursos de espectro atribuidos a los correspondientes servicios de radiocomunicaciones en virtud del Reglamento de Radiocomunicaciones se mantengan disponibles y protegidos contra interferencias a largo plazo. Esto último es especialmente importante para los instrumentos de detección pasiva por microondas, que, al ser tan sensibles, requieren un reconocimiento especial en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

Puesto que la vigilancia meteorológica y climática supone un desafío global, para el que se requieren inversiones estratégicas en la infraestructura mundial necesaria, tanto en el espacio como en la superficie terrestre, en beneficio de la humanidad, es necesario que las administraciones de radiocomunicaciones de todo el mundo obren en favor de la protección de estos esenciales recursos de frecuencias. ■

¿Qué tienen que ver las radiocomunicaciones de la ciencia espacial conmigo?

Por **Catherine Sham**, Gestora del espectro para los programas de vuelos espaciales y los programas lunares humanos, NASA, y Presidenta del Grupo de Trabajo 7B del UIT-R

■ Un satélite remoto recoge firmas radioeléctricas mientras sus antenas observan pasivamente la Tierra. El radar activo de una sonda espacial escanea los cambios de temperatura y humedad del suelo. Huelga decir que ninguno de estos dos escenarios era un tema de conversación habitual antes de la pandemia.

Pero, de lo que vale la pena hablar ahora es de cómo estos mismos satélites de radiocomunicaciones son emblemáticos de las contribuciones que la ciencia ha hecho y seguirá haciendo en beneficio mío y en el suyo, y de cómo pueden incluso ayudar a mitigar los efectos de la propia pandemia.

A pesar de la COVID 19, el espectro de radiofrecuencias, cuidadosamente asignado y los acuerdos con valor de tratado de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R) han mantenido ininterrumpidas las actividades de radiocomunicación de la ciencia espacial.

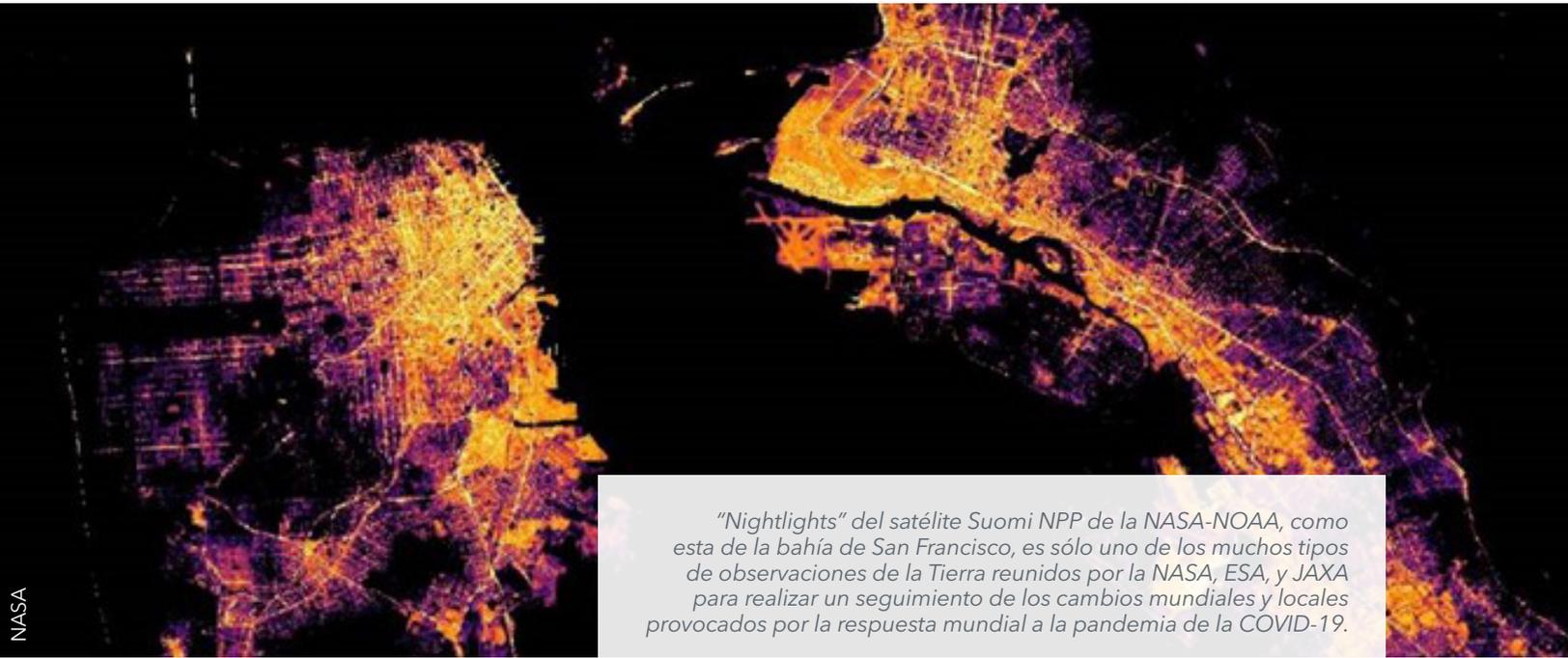
Estos espectros de radiofrecuencias permiten que las tecnologías de teledetección activa y pasiva y las misiones de meteorología aporten datos continuos y progresivos sobre los cambios en los sistemas terrestres.



De lo que vale la pena hablar ahora es de cómo estos mismos satélites de radiocomunicaciones son emblemáticos de las contribuciones que la ciencia ha hecho y seguirá haciendo en beneficio mío y en el suyo.



Catherine Sham



“Nightlights” del satélite Suomi NPP de la NASA-NOAA, como esta de la bahía de San Francisco, es sólo uno de los muchos tipos de observaciones de la Tierra reunidos por la NASA, ESA, y JAXA para realizar un seguimiento de los cambios mundiales y locales provocados por la respuesta mundial a la pandemia de la COVID-19.

Adaptarse a un nuevo entorno de trabajo

La NASA y sus agencias asociadas adaptaron rápidamente sus entornos de trabajo y el ritmo de las misiones a la nueva normalidad. A bordo de la Estación Espacial Internacional, las restricciones de viaje y las órdenes de confinamiento en casa se han vuelto habituales para los numerosos astronautas y cosmonautas que han vivido y trabajado allí desde que la tripulación de la Expedición 1 fue lanzada el 31 de octubre de 2000. Por no hablar de los que estamos en tierra y seguimos trabajando a distancia a través de las frecuencias radioeléctricas para las operaciones de mando y control de la nave espacial, controlar los equipos, gestionar los experimentos de vuelo y comunicarnos con nuestros colegas espaciales y mantener la seguridad.

Datos accesibles para hacer un seguimiento del cambio climático y mitigar las amenazas

Estos espectros de radiofrecuencias permiten que las tecnologías de teledetección activa y pasiva y las misiones meteorológicas faciliten datos continuos y progresivos sobre los cambios en los sistemas de la Tierra. En la pandemia, la NASA, la ESA (Agencia Espacial Europea) y la JAXA (Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón) han utilizado su poder colectivo de observación de la Tierra por satélite para crear un sistema de observación de la Tierra de la COVID-19 de acceso público. En este caso, los datos selectivos de los satélites han rastreado los cambios en la calidad del aire y el agua, el cambio climático, la actividad económica y la agricultura desde el inicio de la pandemia.

Entre las observaciones recientes: la reducción de la producción agrícola por la interrupción de las cadenas de suministro, y la mejora de la calidad del aire y del agua debido a la reducción de las actividades humanas (industria y órdenes de confinamiento).

Todos estos datos pueden ayudar a los líderes empresariales y gubernamentales de todo el mundo a renovar la economía mundial.

Siguen estando disponibles en el Sistema de Datos e Información del Sistema de Observación de la Tierra (EOSDIS) de la NASA datos adicionales para comprender y mitigar las amenazas a nuestra seguridad. EOSDIS ofrece a los usuarios de todo el mundo acceso directo a toda la información científica captada por los satélites de la NASA.

Estos datos pueden alertar sobre patrones meteorológicos dinámicos y potencialmente mortíferos, riesgos de precipitaciones, inundaciones e incendios, así como, entre otras cosas, hacer un seguimiento a largo plazo del crecimiento y la salud de los cultivos.

Mejorar la vida de las personas gracias a productos derivados de activos espaciales

Por supuesto, nuestros activos espaciales siguen generando los llamados derivados: artículos desarrollados para el uso de los astronautas en el espacio que ahora mejoran la vida aquí en tierra firme (por ejemplo, espuma con memoria, gafas de sol resistentes a los arañazos, aspiradoras sin cable, etc.). Una de las novedades que ha aparecido en los titulares se produjo en medio de la primera oleada de la COVID-19 la pasada primavera. Los ingenieros del Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de la NASA diseñaron y demostraron en sólo 37 días un ventilador específico para pacientes con coronavirus.

Tras conseguir una autorización de uso de emergencia de la Food and Drug Administration (FDA), el equipo del JPL puso su diseño a disposición de determinados fabricantes a coste cero.

Avances científicos y tecnológicos: un rayo de esperanza para el futuro de la humanidad

Nuestras mentes nos dicen que, a largo plazo, el ingenio y la inversión comprometida en investigación y desarrollo seguirán impulsando avances científicos y tecnológicos. A su vez, la certeza de que estos avances mejorarán la vida cotidiana en la Tierra y allanarán el camino para la exploración espacial humana, nos ofrece esperanza e inspiración para el futuro de la humanidad.

Sin embargo, a través de la lente de esta pandemia, la esperanza y la inspiración a corto plazo pueden parecer escasas.

“

A largo plazo, el ingenio y la inversión comprometida en investigación y desarrollo seguirán impulsando avances científicos y tecnológicos.

”

Catherine Sham

Recordemos que nuestras continuas actividades científicas espaciales y las capacidades de los satélites funcionan para mantener y restaurar las necesidades cotidianas que todos dábamos probablemente por sentadas hasta ahora. En sí mismo, este reconocimiento debería aportarnos suficiente esperanza e inspiración como una luz brillante al final de este túnel más largo de lo esperado. ■

Copernicus – Observación de la Tierra para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Por **Dominic Hayes**, Gestor de Espectro, Programa Espacial de la Unión Europea, Comisión Europea

Desde los primeros tiempos, los seres humanos han soñado con volar como los pájaros, mirando al suelo desde lo alto. Es poco probable que las civilizaciones prehistóricas hayan imaginado el vuelo con motor, o cámaras que puedan grabar el mundo que nos rodea. Incluso hace 100 años, con el vuelo y la fotografía relativamente comunes, la idea de "tomar fotos" de la Tierra desde el espacio era inaudita.

Cómo vemos hoy la Tierra con los satélites

Hoy en día, si se pregunta al ciudadano medio por los satélites que observan la Tierra, la mayoría le hablará de los satélites espía que toman imágenes de bases secretas. Aunque esto se sigue haciendo con satélites específicos, y fue de hecho el precursor de los modernos satélites de observación de la Tierra (EO), ahora los científicos prefieren ver la Tierra con un espectro mucho más amplio de colores radioeléctricos, mucho más allá de los sentidos de cualquier ser vivo.

Las imágenes ópticas tradicionales proporcionan información limitada sobre el mundo; la mayoría de las características útiles sólo pueden verse a través de las radiofrecuencias: cosas como la humedad del suelo, las densidades de CO₂, los niveles de agua, las concentraciones de partículas atmosféricas, etc.

Los satélites de observación de la Tierra están equipados con diversos sensores, que a menudo aprovechan fenómenos naturales concretos, como la frecuencia de absorción del vapor de agua justo por debajo de los 24 GHz. Se trata de una frecuencia especialmente útil, ya que nos indica el contenido de humedad de la atmósfera, lo que ayuda a modelizar y predecir la formación de tormentas y ciclones tropicales. El vapor de agua es también un gas de efecto invernadero clave.



“
Cuando ocurre una catástrofe, los países que se enfrentan a catástrofes naturales, situaciones de emergencia provocadas por el hombre o crisis humanitarias pueden activar el Servicio de Emergencias de Copernicus.



Dominic Hayes

Puede obtener más información sobre Copernicus [aquí](#).



Las mediciones se realizan de forma pasiva, observando las interacciones infinitesimales de esas pequeñas moléculas de agua mientras hacen su danza de la lluvia en torno a los 24 GHz. Por eso es imprescindible mantener esa frecuencia libre de interferencias, o las mediciones se degradarán o serán imposibles de realizar. Para ayudar a conseguirlo, el rango de frecuencias figura como banda pasiva en el Reglamento de Radiocomunicaciones; no se permiten emisiones y hay que reducir al mínimo las interferencias fuera de banda.

El orden del día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2023 (CMR-23) incluye varios puntos que podrían afectar a las mediciones de los satélites EO, por lo que los reguladores tendrán que sopesar los beneficios y las implicaciones de cualquier cambio normativo que se proponga, especialmente cuando se considere la posibilidad de explotar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) junto a una atribución del servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS), y más aún cuando se trata de un servicio pasivo.

El sistema Copernicus de la Unión Europea

El sistema Copernicus de la Unión Europea es un sistema de observación de la Tierra que mira a 24 GHz - pero éste es sólo uno de los muchos instrumentos que equipan sus satélites. A partir de enero de 2021, Copernicus tiene ocho satélites Sentinel en órbita y cada tipo está equipado con una gama diferente de sensores para vigilar diferentes aspectos de la Tierra (utilizando asignaciones activas y pasivas del servicio de exploración de la Tierra por satélite desde 5 GHz hasta 37 GHz, con planes futuros de utilizar frecuencias en la banda L). Y sí, algunos satélites incluyen imágenes ópticas, con resoluciones de entre 10 y 20 m y de 300 m.

El octavo satélite de Copernicus se lanzó en noviembre de 2020. Bautizado en honor del pionero ex director de la División de Ciencias de la Tierra de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, fallecido en agosto de 2020, "Sentinel-6 Michael Freilich", mide los cambios del nivel del mar con gran precisión. Copernicus no se compone únicamente de

los satélites Sentinel de la Unión Europea; es un sistema de sistemas que recoge datos de otras misiones espaciales de observación de la Tierra de todo el mundo, así como de la infraestructura en tierra. A través de acuerdos, estos sistemas obtienen un acceso directo, completo, gratuito y abierto a los datos de Copernicus (16 TB al día), que se suman a sus propios datos. A su vez, Copernicus se beneficia del acceso a los datos de sus sensores, ampliando así la cobertura y fiabilidad de sus servicios. Los distintos conjuntos de datos se integran en una cartera de seis servicios que se ofrecen al mundo de forma gratuita. Sí, de forma gratuita; como en *gratis, zilch, nada*.

Seis áreas de servicio temáticas

Los servicios abordan seis áreas temáticas: terrestre, marítima, atmosférica, cambio climático, gestión de emergencias y seguridad. Apoyan una amplia gama de aplicaciones, como la protección del medio ambiente, la gestión de las zonas urbanas, o la planificación regional y local.

Servicios de Copernicus



Atmósfera



Marítima



Terrestre



Cambio climático



Seguridad



Emergencias

Agricultura, silvicultura, pesca, salud, transporte, cambio climático, desarrollo sostenible, protección civil y turismo.

Cuando se produce una catástrofe, el Servicio de Gestión de Emergencias (EMS) de Copernicus puede ser activado por los países que responden a catástrofes naturales, situaciones de emergencia provocadas por el hombre o crisis humanitarias. Esto desencadena toda una serie de datos adicionales que pueden proporcionarse para ayudar a las organizaciones que responden a obtener la mejor imagen posible de los acontecimientos a medida que éstos se desarrollan. En la actualidad, se han producido más de 400 activaciones en todo el mundo, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo.

Datos – una herramienta esencial para lograr los ODS

Los datos de Copernicus también son integrados por terceros en muchas situaciones que vemos y damos por sentadas, como las previsiones meteorológicas de la televisión e Internet, y también son una herramienta crucial para ayudar a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los datos de los satélites de observación de la Tierra

desempeñan un papel fundamental en la mayoría de los diecisiete ODS para contribuir a la supervisión de las metas, la planificación y el seguimiento de los progresos, y para ayudar a los países y a las organizaciones a tomar decisiones bien fundamentadas mientras trabajan para alcanzar los ODS. Se han creado varios organismos internacionales, como el Grupo de Observación de la Tierra (GEO) y el Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS), para promover y coordinar la adopción de técnicas de observación de la Tierra que apoyen las políticas medioambientales y mejoren la vida cotidiana en nuestro planeta.

Lucha contra la crisis de la COVID-19

Para ayudar a afrontar la actual crisis de la COVID-19, Copernicus ha proporcionado datos para contribuir a los esfuerzos desplegados por el GEO y el CEOS para entender mejor la situación y reaccionar ante ella, y la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA) también han desarrollado conjuntamente la "Rapid Action on COVID-19" (Acción rápida sobre la COVID-19). El panel de observación de la Tierra COVID-19 es un esfuerzo entre la ESA, la Agencia de

Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA) y la NASA.

Además, la Comisión Europea, sus socios y los miembros del ecosistema Copernicus han creado una página web de la UE dedicada al espacio en la que se reúnen sus diversas iniciativas.

Copernicus está coordinado y gestionado por la Comisión Europea, en colaboración con los Estados miembros de la Unión Europea (UE), la ESA, la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT), el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (CEPMMP), los organismos de la UE y Mercator Ocean. ■

Vea el [vídeo](#) de la Acción rápida en relación con la COVID-19



Vea el [vídeo tutorial](#) del panel de observación de la Tierra COVID-19



Programa alemán de observación de la Tierra en apoyo del desarrollo sostenible

Por **Helmut Staudenrausch**, Jefe de Equipo de Programas Operativos, **Jens Danzeglocke**, Funcionario de proyecto, Aplicaciones de Observación de la Tierra, y **Ralf Ewald**, Funcionario de proyecto, Gestión de Frecuencias, Departamento de Comunicaciones por Satélite, Centro Aeroespacial de Alemania (DLR) Administración Espacial

■ Hoy sabemos mucho más sobre nuestro planeta que hace una generación. El cambio global, el desarrollo sostenible de nuestro hábitat, el uso cuidadoso de los recursos, asegurar nuestra movilidad y nuestra posición en un contexto de competencia internacional por la tecnología de vanguardia, hacer frente a las situaciones de crisis y minimizar los riesgos que surgen de las amenazas tecnológicas y criminales, todo ello plantea grandes desafíos.

La observación de la Tierra por satélite ayuda a resolver estos problemas. Hoy en día, reviste una importancia estratégica para los gobiernos, la economía y los ciudadanos. De hecho, la Estrategia Espacial Alemana, aplicada por la Administración Espacial del Centro Aeroespacial de Alemania (DLR), utiliza la sostenibilidad como uno de sus principios rectores, y la observación de la Tierra desempeña un papel importante en esta materia.

Capacidades de la actual tecnología de satélites

La actual tecnología de satélites permite identificar objetos de menos de un metro de diámetro desde una altura de 800 kilómetros. Además, se pueden observar parámetros como la composición de la atmósfera, las masas de agua y el estado de los cultivos agrícolas y los bosques. Incluso los movimientos del terreno, como el hundimiento de zonas o edificios y el abultamiento de los volcanes, pueden determinarse con precisión milimétrica.



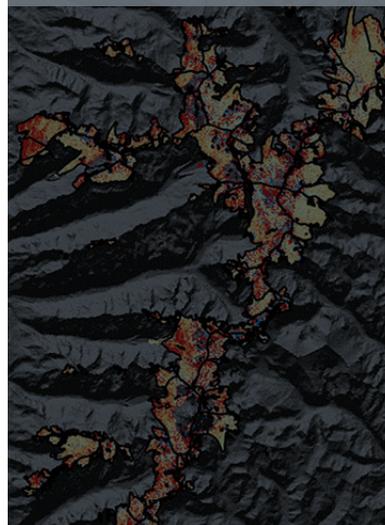
Helmut Staudenrausch



Jens Danzeglocke



Ralf Ewald



“

Incluso los movimientos del terreno, como el hundimiento de zonas o edificios y el abultamiento de los volcanes, pueden determinarse con precisión milimétrica.

”

Helmut Staudenrausch,
Jens Danzeglocke
Y Ralf Ewald

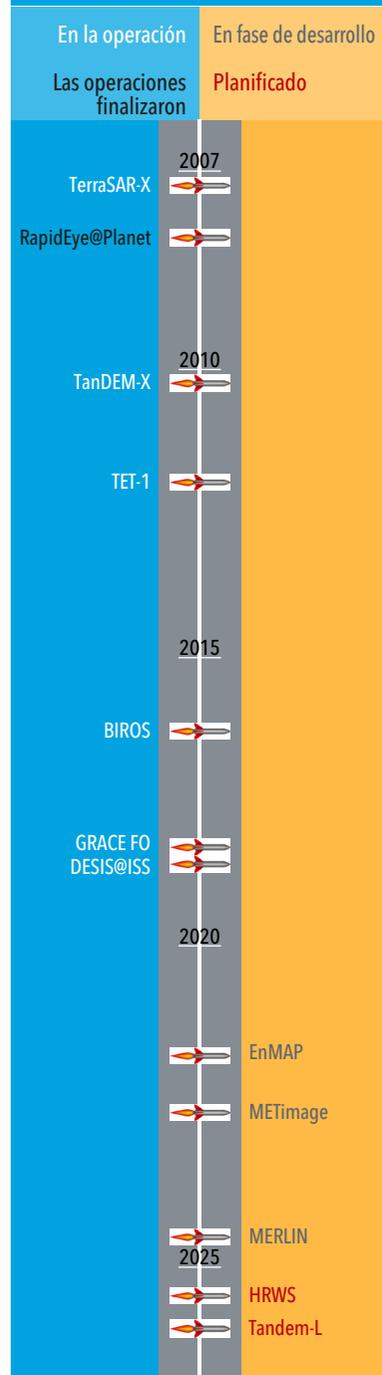
El programa alemán de observación de la Tierra cubre todo el espectro de estas capacidades. Los satélites TerraSAR-X y TanDEM-X son líderes mundiales en el campo de la tecnología espacial de radar de banda X y, gracias a su vuelo en formación único, podrían generar un conjunto de datos globales en 3D de la superficie de la Tierra con una calidad sin precedentes.

La banda X también desempeñará un papel fundamental en la nueva misión de Alta Resolución de Barrido Amplio (HRWS), que

proporcionará continuidad en la obtención de imágenes de radar de alta resolución y una resolución aún más fina con mayor cobertura. También forman parte de nuestra cartera importantes tecnologías pioneras de teledetección óptica: la misión EnMAP lleva un instrumento espectrómetro de imágenes (UV-SWIR) capaz de medir las propiedades de la vegetación, el suelo y las aguas superficiales desde el espacio con una precisión sin precedentes. La misión MERLIN con su instrumento LIDAR -producto de una cooperación con la agencia espacial francesa CNES- medirá el metano atmosférico y contribuirá al seguimiento mundial de los gases de efecto invernadero.

Nuestro programa nacional de observación de la Tierra (véase la Figura 1) funciona en cooperación con nuestros socios europeos. Somos socios de la Agencia Espacial Europea, donde colaboramos en el desarrollo de satélites de investigación terrestre y climática de última generación y de la tecnología correspondiente. Nuestro proyecto METImage es una contribución directa a la próxima generación de satélites meteorológicos de órbita polar de la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT).

Figura 1 - Misiones del programa alemán de observación de la Tierra



Implementar una observación de la Tierra fiable y a largo plazo

En el programa Copernicus colaboramos con nuestros socios de la Unión Europea para llevar a cabo una observación de la Tierra fiable y a largo plazo. Para ello, se despliegan varios satélites en serie, lo que permite estudiar cada punto de la Tierra de forma repetida y con la frecuencia suficiente como para detectar cambios o amenazas en los bosques, las tierras de cultivo, el aire y el agua en toda Alemania, Europa y el resto del mundo.

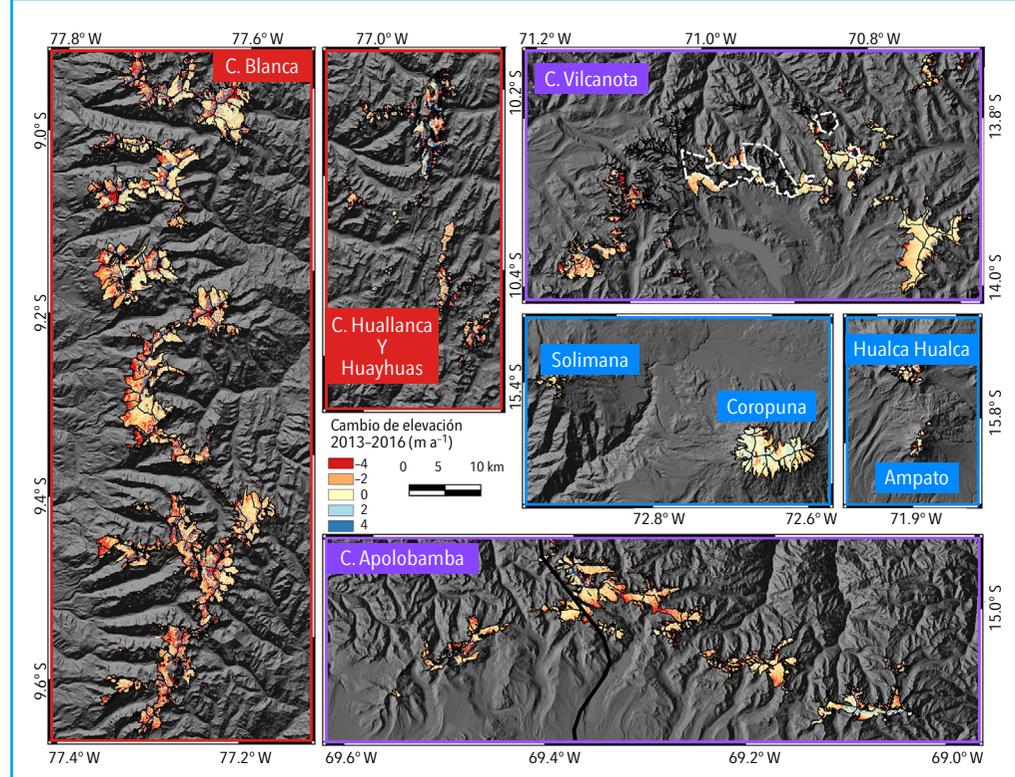
Alemania también participa en redes e iniciativas internacionales, a través de las cuales se ponen a disposición de todo el mundo colecciones de datos coordinadas para ayudar en caso de grandes catástrofes naturales (Carta Internacional sobre el Espacio y las Grandes Catástrofes), para apoyar el proceso de inventario mundial previsto en el marco del Acuerdo de París, y para apoyar la protección de los bosques tropicales (Iniciativa Mundial de Observación de los Bosques, GFOI) y la seguridad alimentaria mundial (Seguimiento Agrícola Mundial del GEO (GEOGLAM)).

Observación de la Tierra y ODS

Nuestro programa de observación de la Tierra contribuye al desarrollo de aplicaciones innovadoras. Un campo importante es la aplicación de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible: los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) generan necesidades de seguimiento que requieren enormes cantidades de información espacial, gran parte de la cual puede obtenerse a partir de imágenes de satélite; por

ejemplo, los proyectos financiados en el marco de nuestro programa nacional han medido la extensión y los cambios de volumen de los glaciares de montaña a escala continental (véase la Figura 2), han analizado las condiciones e intensidades de uso de los humedales tropicales y han modelizado el riesgo de incendios forestales en latitudes septentrionales sobre la base de datos de observación de la Tierra.

Figura 2 - Las tasas de cambio de elevación obtenidas a partir de los datos de TerraSAR-X y TanDEM-X muestran una disminución masiva de las superficies de los glaciares en los Andes tropicales (Perú, Bolivia) entre 2013 y 2016. Estos resultados del proyecto "GEKKO" no sólo constituyen una importante aportación a una mejor comprensión del cambio climático a escala regional y global, sino que también proporcionan una base para la futura gestión del agua en las regiones afectadas y en las sociedades que obtienen el agua de las montañas (Seehaus et al. 2019).



“

Para poder entender y gestionar mejor estos riesgos, los gobiernos y las organizaciones de las Naciones Unidas necesitan información objetiva del espacio.

”

Helmut Staudenrausch,
Jens Danzeglocke
Y Ralf Ewald

El proyecto Co-Exist en el África subsahariana

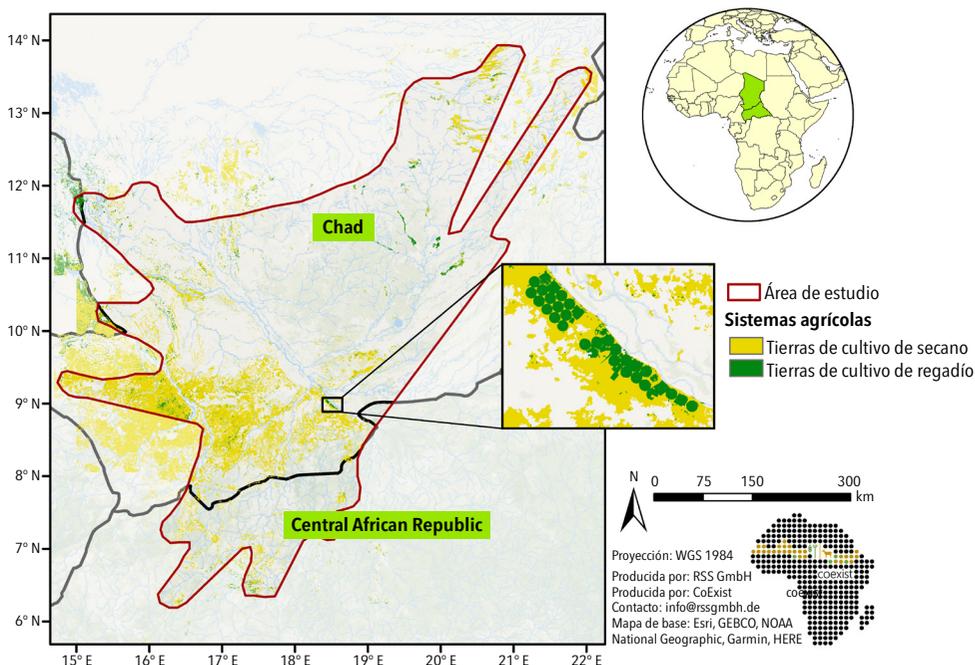
El proyecto "CoExist" en curso se ocupa de los factores ambientales determinantes de las pautas de trashumancia en el África subsahariana. Los cambios en las rutas migratorias de los pastores nómadas, junto con el aumento de la población y factores medioambientales como la escasez de agua, pueden dar lugar a conflictos entre agricultores y nómadas. A su vez, esto puede dar lugar a desplazamientos forzados de la población y a importantes flujos migratorios (véase la Figura 3).

Para poder entender y gestionar mejor estos riesgos, los gobiernos y las organizaciones de las Naciones Unidas necesitan información objetiva del espacio.

La importancia de los datos y la información geoespaciales

Los ejemplos mencionados ilustran que los datos y la información geoespacial son de gran importancia para comprender los procesos y riesgos relacionados con la Tierra. La visión desde los satélites se ha convertido en una fuente indispensable de dicha información. El programa alemán de observación de la Tierra ha sido concebido para hacer una contribución sustancial y crear un beneficio social no sólo en Alemania, sino en todo el mundo ■

Figura 3 - Mapa por satélite de la agricultura de secano y de regadío en el sur del Chad y en una zona situada en el norte de la República Centroafricana. El área de estudio está definida por las zonas de migración de los nómadas de esa región, que se conocen aproximadamente. (© Remote Sensing Solutions 2020).



Manténgase al día // // Manténgase informado

Abóñese a:

// Tendencias clave de las TIC mundiales // Perspectivas de los líderes intelectuales de las TIC // Lo último sobre los eventos e iniciativas de la UIT //



//
Semanal
//



//
Blogs regulares
//



//
Seis números al año
//



//
Siga los podcasts
//



//
Reciba las últimas noticias
//

Únase a las comunidades
en línea de la UIT en su
canal favorito