

Los últimos ocho años han sido los más cálidos jamás registrados a nivel mundial, según datos difundidos por la Organización Meteorológica Mundial

Fuentes: OMM

Por su interés transcribimos una vez más en *Tiempo y Clima* un extracto amplio de esta noticia, que viene siendo un clásico cada principio de año. Se difundió por la Organización Meteorológica Mundial el pasado 12 de enero:

Según seis conjuntos de datos de temperatura de referencia para la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los últimos ocho años han sido los más cálidos de los que se tiene constancia a escala mundial. A ello ha contribuido el aumento constante de las concentraciones de gases de efecto invernadero y la acumulación de calor.

En 2022, la temperatura media mundial superó en aproximadamente 1.15 [de 1.02 a 1.27] °C los niveles preindustriales (1850-1900). Así, 2022 es el octavo año consecutivo (2015-2022) en el que las temperaturas mundiales anuales han superado en al menos 1 °C los niveles preindustriales, según todos los conjuntos de datos compilados por la OMM. Los ocho años más cálidos de los que se tiene constancia son los comprendidos entre 2015 y 2022. A medida que pasa el tiempo, cada vez es más probable que se

rebase, transitoriamente, el límite de 1.5 °C establecido en virtud del Acuerdo de París.

El actual episodio de La Niña —sumamente persistente, dado que ahora se encuentra en su tercer año— ha ejercido un efecto de enfriamiento a raíz del cual 2022 no ha sido el año más cálido jamás registrado, sino “solo” el quinto o sexto más cálido. Pero este efecto de enfriamiento será efímero y no invertirá la tendencia de calentamiento a largo plazo provocada por los niveles sin precedentes de gases de efecto invernadero que retienen el calor en la atmósfera.

Según el boletín de la OMM *El Niño/La Niña Hoy*, hay aproximadamente un 60 % de probabilidades de que La Niña se mantenga durante los meses de enero a marzo de 2023, y después de ese período deberían instaurarse unas condiciones neutras con respecto al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), esto es, no debería formarse ni un episodio de El Niño ni uno de La Niña.

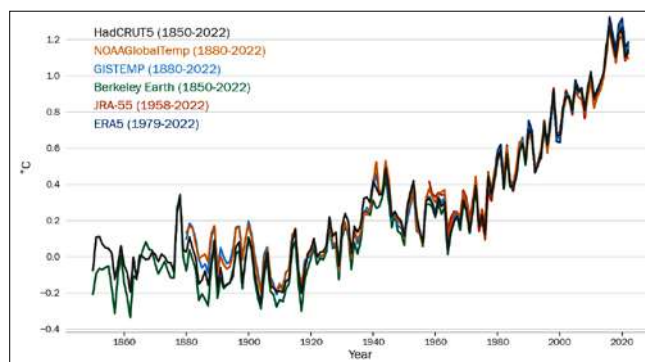
La temperatura media decenal para el período de 2013 a 2022 se situó 1.14 [de 1.02 a 1.27] °C por encima de los niveles preindustriales de referencia (1850-1900). Esta cifra contrasta con los 1.09 °C registrados entre 2011 y 2020, según datos publicados en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), e indica que el calentamiento a largo plazo continúa.

Dramáticos desastres meteorológicos

“En 2022 nos enfrentamos a diversos desastres meteorológicos trágicos que se cobraron demasiadas vidas y medios de subsistencia y socavaron la seguridad sanitaria, alimentaria, energética e hídrica, así como las infraestructuras. Amplias zonas del Pakistán quedaron inundadas, y ello acarreó importantes pérdidas económicas y humanas. Se produjeron olas de calor sin precedentes en China, Europa, América del Norte y América del Sur. Además, “la pertinaz sequía que azota el Cuerno de

África amenaza con provocar una catástrofe humanitaria”, declaró el Secretario General de la OMM, profesor Petteri Taalas.

Todo apunta a que el calentamiento global, así como otras tendencias de cambio climático a largo plazo, se mantendrán como fruto de los niveles récord de gases de efecto invernadero que retienen el calor en la atmósfera. En 2022, olas de calor extremas, sequías e inundaciones devastadoras afectaron a millones de personas y causaron pérdidas valoradas en miles de millones, según la versión provisional del informe de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2022. A



Anomalía de la temperatura media global anual respecto a la preindustrial (1850-1900)

finales de diciembre, tormentas de gran intensidad afectaron a amplias zonas de América del Norte. Los fuertes vientos, las copiosas nevadas y las bajas temperaturas provocaron alteraciones generalizadas en la parte oriental del subcontinente, mientras que en la parte occidental, fueron las intensas lluvias, las nevadas en las montañas y las inundaciones las que se dejaron sentir con fuerza.

Interpretación de las cifras

Para que la evaluación de la temperatura sea lo más fidedigna posible, la OMM recurre a seis conjuntos de datos internacionales. Esos mismos datos se utilizan en los informes anuales sobre el estado del clima que la Organización elabora para comunicar a la comunidad internacional los indicadores climáticos mundiales.

El lugar que cada año concreto ocupa en la clasificación global debe interpretarse desde una perspectiva a largo plazo, en especial porque las diferencias entre años



Vista aérea de la ciudad de Shahdadkot (Pakistán) completamente inundada en septiembre de 2022. Fuente: <https://www.flickr.com/photos/193804179@N08/52331043544/> Autor: Ali Hyder Junejo

→ específicos a veces son mínimas. Desde los años ochenta, cada nuevo decenio ha sido más cálido que el anterior, y se prevé que esa tendencia continúe.

Los ocho años más cálidos se han dado todos a partir de 2015, y los tres primeros lugares de la clasificación corresponden a 2016, 2019 y 2020. El episodio de El Niño excepcionalmente intenso que se produjo en 2016 contribuyó a que se registraran temperaturas mundiales sin precedentes.

La OMM usa conjuntos de datos basados en datos climáticos procedentes de emplazamientos de observación y de buques y

boyas que forman parte de redes marinas mundiales. La elaboración y el mantenimiento de esos conjuntos de datos corresponden a la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos, el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia del Reino Unido (HadCRUT) y el grupo Berkeley Earth, también de Estados Unidos.

La OMM también utiliza conjuntos de

datos de reanálisis del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Plazo Medio (ECMWF) y su servicio de Copernicus relativo al cambio climático, así como del Servicio Meteorológico del Japón (JMA). Mediante un modelo meteorológico, se combinan millones de observaciones meteorológicas y marinas, incluidas las satelitales, para producir un reanálisis completo de la atmósfera. La combinación de observaciones y resultados de los modelos permite estimar las temperaturas que se dan en cualquier momento y en cualquier lugar del planeta, incluso en zonas para las que se dispone

Lanzamiento del primer satélite Meteosat de Tercera Generación de EUMETSAT

Actualidad y futuro de los satélites meteorológicos europeos

Fuentes: EUMETSAT y *Tiempo y Clima*

El primer satélite Meteosat de Tercera Generación de imágenes (Third Generation – Imager 1, abreviadamente MTG-I1) y duodécimo de los satélites meteorológicos geoestacionarios europeos, se lanzó con éxito el pasado 13 de diciembre desde Kourou (Guayana Francesa) y el 28 de diciembre alcanzó su órbita prevista a 36 000 km sobre el ecuador.



Imagen artística del MTG-I1 en órbita

Durante la crítica fase inicial de 15 días tras el lanzamiento, el MTG-I1 se situó en órbita geoestacionaria y desplegó sus antenas de comunicaciones y paneles solares. Se ha confirmado el éxito de todas esas operaciones y el funcionamiento correcto de todos los sistemas principales. Ahora comienza una intensa fase de puesta en servicio de doce meses en la que se activarán los instrumentos del satélite y se validará el proceso de sus datos. Después, el MTG-I1 se trasladará a su posición final sobre Europa reemplazando al satélite de segunda generación que proporciona actualmente el servicio

geoestacionario. El MTG-I1 estará completamente operativo a finales de 2023.

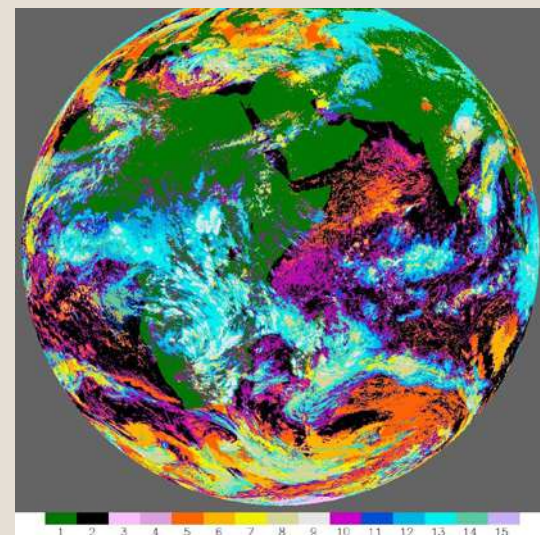
Historia, actualidad y futuro de los satélites meteorológicos europeos

En 1977 la Agencia Espacial Europea (ESA) puso en órbita el Meteosat-1, primer satélite meteorológico europeo. La historia de esos satélites ha continuado sin interrupción desde los tres satélites Meteosat iniciales, lanzados y gestionados por la ESA, hasta el programa Meteosat de Tercera Generación cuyo primer satélite acaba de lanzarse y el futuro programa Polar de Segunda Generación.

Cada uno de los satélites geoestacionarios de EUMETSAT lleva el nombre Meteosat con un número correlativo. La ESA gestionó los Meteosat 1 a 3 en 1977-1995, pero en 1985 se había acordado ya el establecimiento de un organismo especializado para deslindar de la ESA la gestión y el control operativo de los Meteosat, que desde 1986 pasó progresivamente a EUMETSAT, un organismo intergubernamental donde los países miembros están representados por sus Servicios Meteorológicos.

Las operaciones continuaron con los Meteosat 4 a 7 que tuvieron largos y en parte inesperados ciclos de vida operativa. Ya dentro del programa Meteosat de 2ª Generación (MSG) se lanzaron los Meteosat 8, 9, 10 y 11 en 2002, 2005, 2012 y 2015 respectivamente. El Meteosat 8 se retiró el pasado mes de julio tras más de veinte años en operación, un récord hasta la fecha. Los

tres restantes cubren actualmente las misiones de observación principal desde 0° de latitud, la observación en el océano Índico y el servicio de “barrido rápido” sobre Europa cada cinco minutos. El nuevo satélite MTG-I1 será también conocido como Meteosat 12.



Tipos de nubosidad en el océano Índico, un producto de observación del Meteosat-9 producido con software del centro de aplicaciones de satélite para nowcasting de EUMETSAT, liderado por AEMET.

El programa Meteosat de 3ª Generación

El sistema MTG es uno de los sistemas de satélites meteorológicos más innovadores jamás diseñados. Cuando esté completamente desplegado, incluirá cuatro satélites de imágenes (MTG-I) con capacidades nuevas y mejoradas (instrumentos FCI de

de pocos datos, como las regiones polares.

Según el conjunto de datos de Berkeley Earth, y también según los reanálisis ERA5 y JRA-55, 2022 fue el quinto año más cálido en términos nominales. Si se tienen en cuenta los conjuntos de datos HadCRUT5, NOAA-GlobalTemp y NASAGISTEMP, 2022 fue el sexto año más cálido. Sin embargo, conviene señalar que las diferencias entre las temperaturas observadas en todos los años situados entre los puestos cuarto y octavo de la clasificación de años más cálidos son relativamente pequeñas. Las mínimas diferencias entre esos conjuntos de datos indican el

margen de error contemplado para calcular la temperatura media mundial.

Los valores de temperatura se incorporarán a la versión final del informe de la OMM sobre el estado del clima en 2022, que verá la luz en abril de 2023. Esa publicación, que es la versión actualizada del informe provisional publicado en noviembre de 2022, coincidiendo con el 27º período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP27) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), incluye información sobre el conjunto de los principales indicadores climáticos y sobre deter-

minados efectos atribuidos al clima.

El objetivo del **Acuerdo de París** es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales. Para el decenio comprendido entre 2013 y 2022, la temperatura media mundial fue alrededor de 1.14 °C [de 1.02 a 1.27] superior a los niveles preindustriales (1850-1900), lo que significa que se está acercando al límite inferior del incremento de la temperatura que el Acuerdo de París procura evitar.

combinación de imágenes y LI de captación de descargas eléctricas desde el espacio) y, por primera vez en el mundo, dos satélites de sondeo geoestacionario (MTG-S) que llevarán una sonda infrarroja y el instrumento del programa Copernicus (Comisión Europea) Sentinel-4 para datos en ultravioleta, visible e infrarrojo cercano. También se está discutiendo la posibilidad de añadir un tercer satélite de sondeo.

Video de divulgación MTG: <https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation>

Los satélites polares europeos

Desde principios de siglo EUMETSAT explota también satélites de órbita polar, que dan la vuelta a la Tierra a través de los polos y recopilan datos continuamente desde una altitud de 817 km.

El primer satélite del programa Polar de EUMETSAT, con el nombre de METOP-A, se lanzó en 2006. Durante el verano de 2022 finalizó sus operaciones y se llevó a una "órbita cementerio" pero continúan operativos los Metop B y Metop C, lanzados en 2012 y 2018 respectivamente. Estos satélites llevan una carga útil de ocho instrumentos principales y los datos que recopilan son esenciales para el análisis inicial en los modelos de predicción del tiempo y la vigilancia del clima. Los satélites Metop y el segmento terrestre proporcionan la contribución de Europa al Sistema Polar Conjunto Inicial compartido con la NOAA de Estados Unidos.

Está ya en avanzado estado de preparación el próximo programa EPS_SG (Sistema Polar Europeo) de Segunda Generación, conocido también como Metop-SG. Los satélites Metop-SG A y Metop-SG B operarán en tres parejas sucesivas y llevarán instrumentos mejorados, por ejemplo, el IASI-NG, *Infrared Atmospheric Sounding Interferometer* de

Nueva Generación, una sonda de infrarrojo con capacidad de medir los perfiles de temperatura y vapor de agua en la atmósfera. El IASI-NG tiene también una alta capacidad para medir gases de efecto invernadero, nubes, aerosoles, ozono y gases traza.

También se embarcarán otros instrumentos nuevos como los:

- 3MI, *Multi-Viewing Multi-Channel Multi-Polarisation Imaging*, un radiómetro óptico para caracterización de aerosoles y sus aplicaciones en vigilancia del clima, química atmosférica y predicción numérica.

- MWI, *Microwave Imager*, un radiómetro de barrido cónico, capaz de medir la radiancia térmica emitida por la Tierra con alta resolución espacial en la región de las microondas del espectro electromagnético.

- ICI, *Ice Cloud Imager*, un radiómetro de barrido cónico para ondas milimétricas / submilimétricas a fin de proporcionar información sobre las nubes de hielo.

- El instrumento del satélite Sentinel-5 de Copernicus, un espectrómetro de alta resolución que opera en siete diferentes bandas espectrales, desde la ultravioleta hasta la infrarroja corta.

Los satélites del programa EPS-SG Empezarán a lanzarse aproximadamente en 2025.

Vídeo divulgativo de EUMETSAT: <https://www.eumetsat.int/metop-sg>

Además ha empezado a discutirse la

posibilidad de añadir otras dos actividades: una contribución al programa AEOLUS de la ESA para embarcar una capacidad de lidar doppler para medida del viento en altura y una constelación de pequeños satélites de microondas. Se aprobarían como extensiones del programa EPS – SG.

Satélites de altimetría marina

Además, EUMETSAT opera, con otros socios, los satélites con instrumentos de altimetría marina a bordo: Sentinel-6 y Jason-3, así como el satélite oceanográfico Sentinel-3 (Copernicus).

La altitud de la superficie del mar se mide en relación con un marco de referencia terrestre. Generalmente se deduce midiendo el tiempo que tarda un pulso de radar, emitido por un altímetro situado en el satélite, en viajar a la superficie del mar, reflejarse y volver a ser registrado por un detector a bordo. A corto plazo, la altimetría marina brinda información sobre la deformación de la superficie del océano debido a corrientes y remolinos, y a más largo plazo, información sobre el aumento del nivel global del mar. Medir la altitud de un satélite requiere la capacidad de determinar de forma precisa e independiente la trayectoria orbital con su longitud, latitud y altitud exactas.



Imagen artística de una pareja de satélites METOP SG operando en tándem (EUMETSAT)