

# Teledetección con satélites

## Introducción



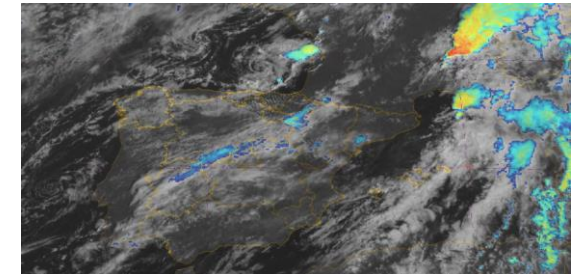
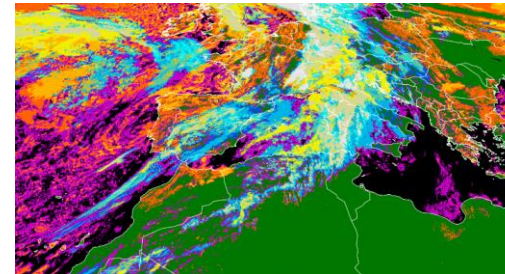
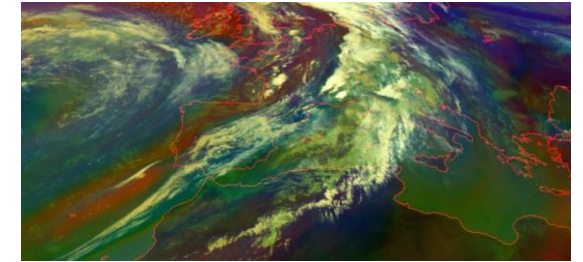
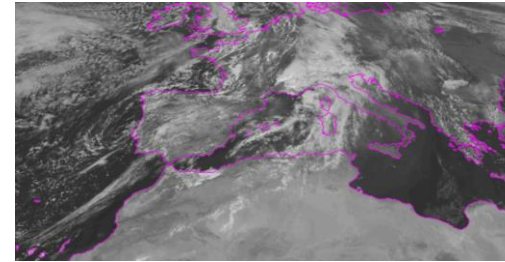
Lidia Cristina Escudero Fernández  
lescudero@aemet.es  
*DIS-CTNDO*

19-09-2023

# ¿Qué hemos visto?

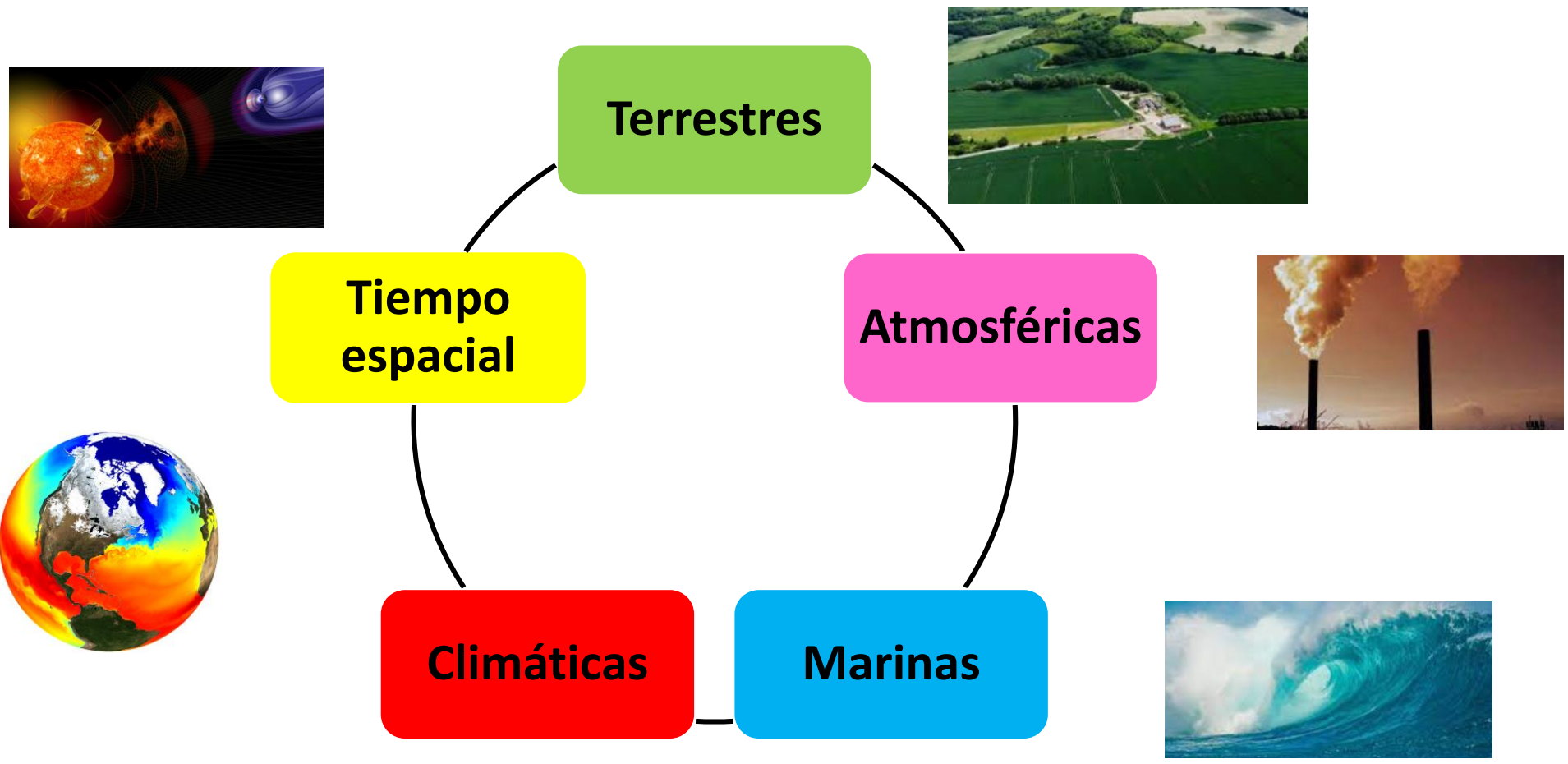
Hasta ahora hemos visto sobre todo productos para el análisis de la situación atmosférica presente y el Nowcasting:

- ❖ Interpretación de los distintos canales:
  - Canales solares (espectro visible)
  - Canales infrarrojos
    - Canales ventana
    - Canales de absorción
- ❖ Imágenes RGB
- ❖ Productos para el análisis de nubes
- ❖ Productos de precipitación
- ❖ Convección
- ❖ Productos para el análisis de la estabilidad atmosférica
- ❖ Productos para vientos



Además, los satélites meteorológicos nos proporcionan otro tipo de información que nos permiten obtener productos muy útiles para aplicaciones muy diversas: análisis del terreno, elaboración de mapas de vegetación, controlar los incendios forestales, monitorizar la contaminación atmosférica, seguir las corrientes del océano, medir la altura de la superficie del mar, vigilancia de las tormentas de arena y polvo, seguimiento del agujero de ozono, análisis de la humedad del suelo, seguimiento del hielo del mar y la tierra y de la cobertura de nieve...

# ¿Qué aplicaciones vamos a ver?



# ¿Qué aplicaciones vamos a ver?



Pero antes de comenzar con estas aplicaciones...



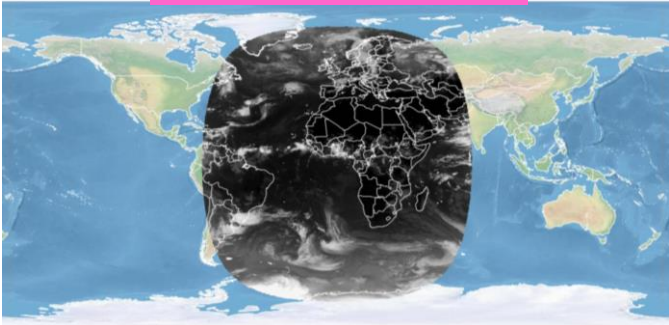
**Dar unas pinceladas a los siguientes puntos:**

- Tipos de satélites
- Tipos de instrumentos
- Niveles de productos
- Explotación de los datos satelitales
- Acceso a los datos

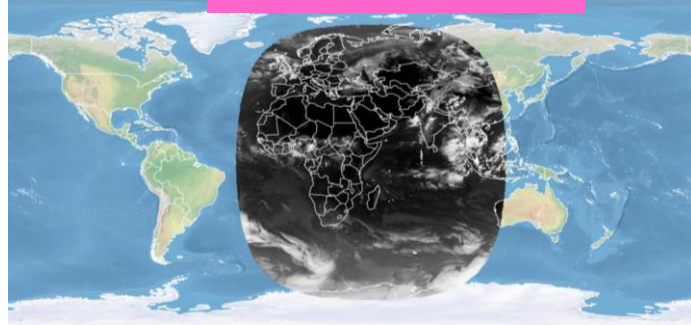
# Tipos de satélites

## Geoestacionarios

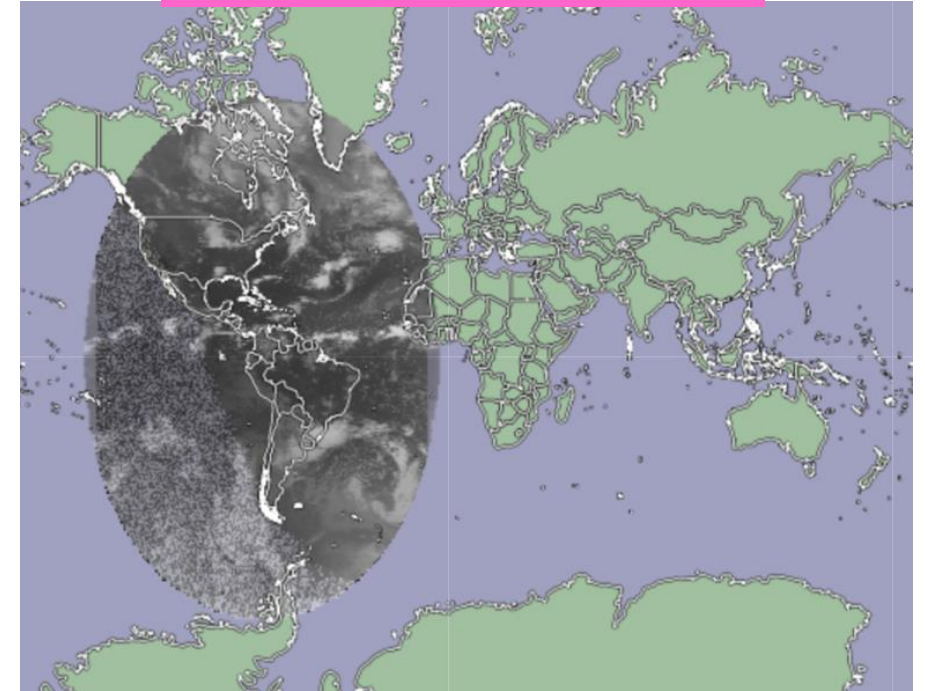
METEOSAT 0°



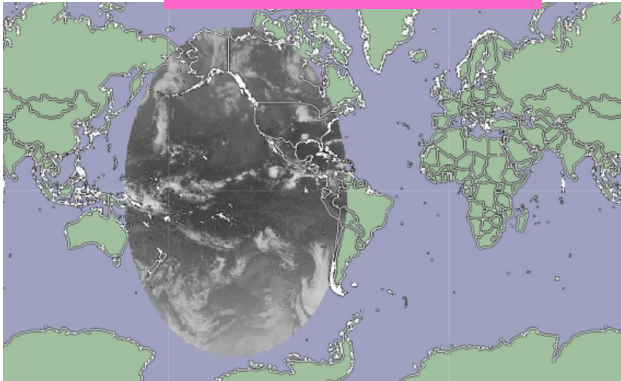
METEOSAT 45.5°



GOES EAST 75°W



GOES WEST 135°W



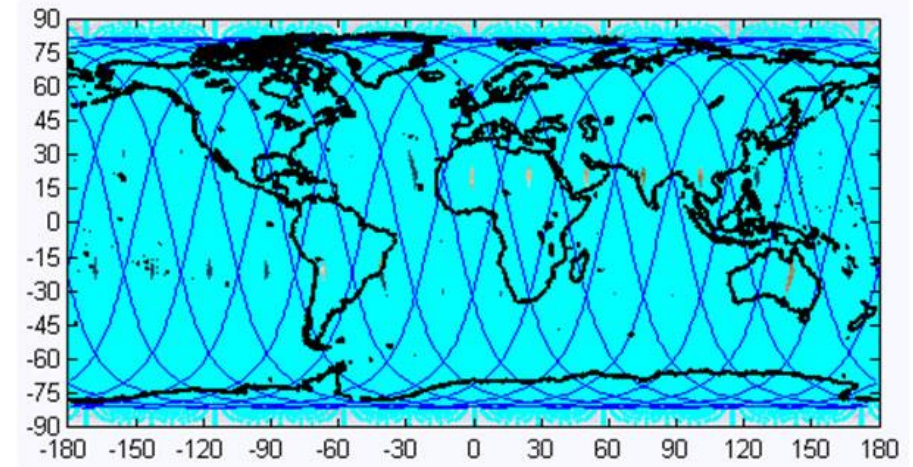
HIMAWARI 140.7°E



# Tipos de satélites

## Polares

- Su principal ventaja es que permiten obtener resoluciones espaciales altísimas, llegando en algunos casos del orden de metros.
- La gran desventaja de estos satélites es la frecuencia temporal, muchas veces tardando días en volver a visitar la misma región (por eso se utilizan varios satélites para la misma misión).
- Ejemplos:
  - Metop-B y C
  - Sentinel 1, 2, 3, 6
  - FY-3A, B, C, D, E, F, G
  - NOAA Polar-orbiting Operational Environmental Satellites (POES) → Suomi NPP, JPSS-1 (NOAA-20), JPSS-2 (NOAA-21)
  - Jason-3
  - Earth Observing System (EOS) → Terra, Aqua, Landsat 7, 8, 9
  - Global Change Observation Mission (GCOM) → GCOM-W1, C1
  - ...



<https://www.eumetsat.int/eps-sg-data-access-service>

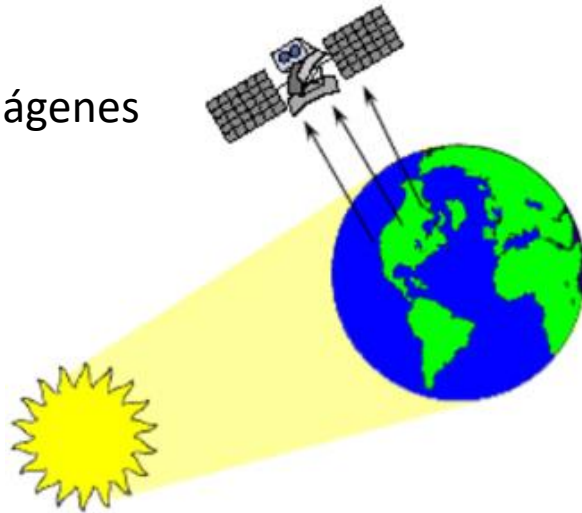
# Instrumentos más comunes

Se puede clasificar los instrumentos en dos tipos:

## INSTRUMENTOS PASIVOS:

El sensor pasivo mide la radiación emitida por el Sol y reflejada por el sistema Tierra-Atmósfera y también la radiación emitida por al sistema Tierra-Atmósfera.

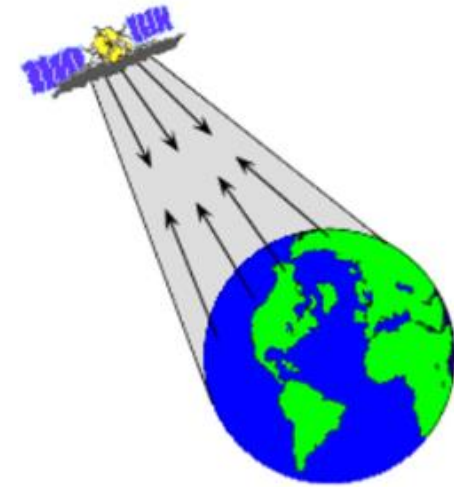
- Formadores de imágenes
- Sondeadores



## INSTRUMENTOS ACTIVO:

El sensor activo emite radiación en longitudes de onda específicas (normalmente microondas) que interacciona con el sistema Tierra-Atmósfera cambiando de dirección y vuelve a ser recogida por el sensor.

- Radares

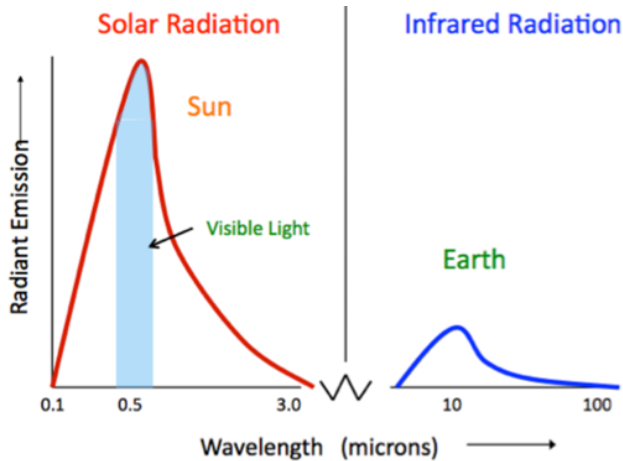


# Instrumentos más comunes

## Instrumentos pasivos

Formadores de imágenes

Sondeadores



Miden la cantidad de radiación electromagnética emitida por la superficie de la tierra en un determinado rango de frecuencias. Esta radiación se suele medir como temperatura de brillo en el caso del espectro infrarrojo y microondas, y como reflectancia en el caso del espectro visible.

### Ejemplos:

- SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager, Meteosat)
- ABI (Advanced Baseline Imager, GOES-R)
- AHI (advanced Himawari Imager, Himawari-8,9)
- AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer, Metop)
- OLI (Optical Land Imager, Landsat)
- SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer, Sentinel-3)
- ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, Terra)
- AMSR (Advanced Microwave Scanning Radiometer, Aqua, GCOM-W)
- MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Terra, Aqua)
- MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer, Envisat)
- ...



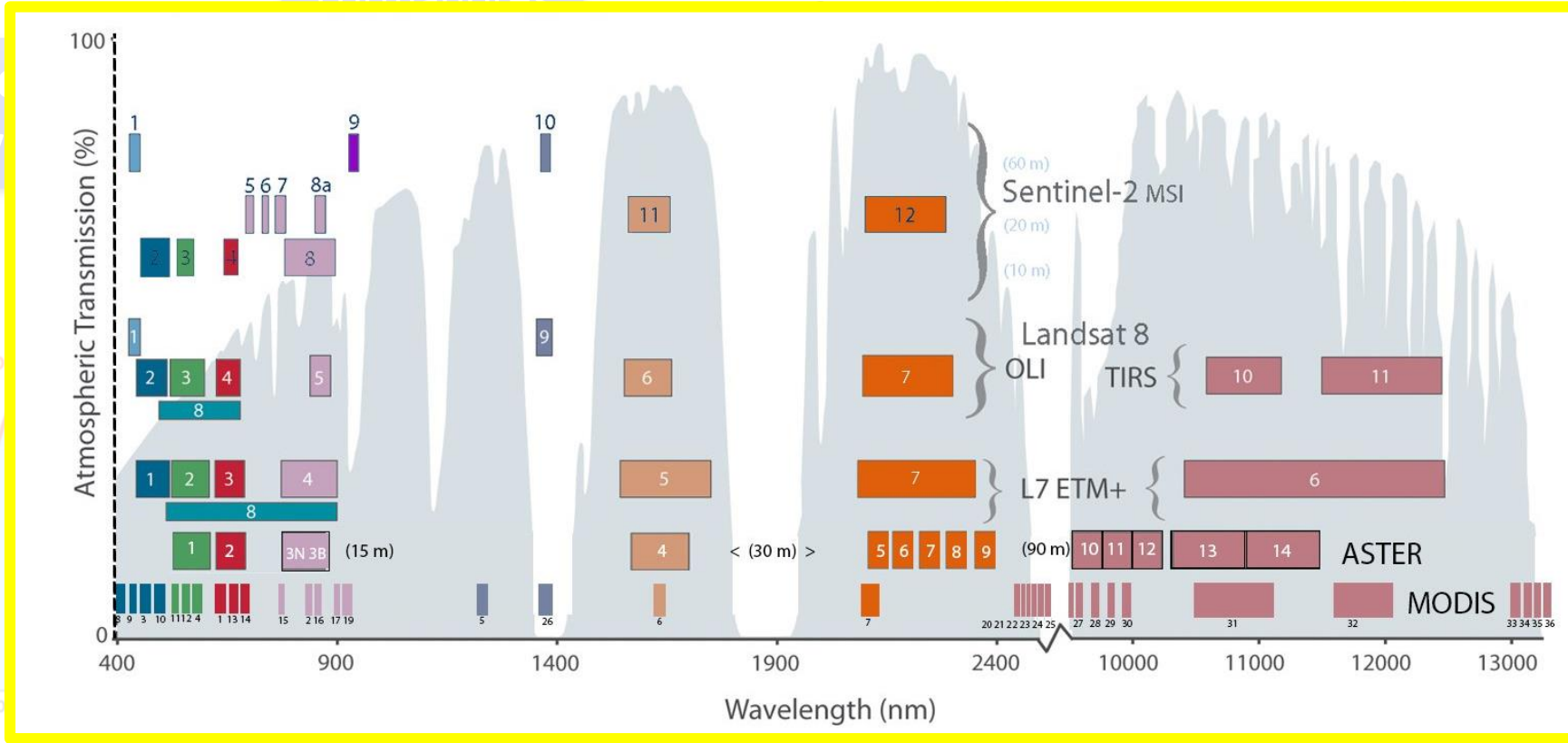
# Instrumentos más comunes

Miden la cantidad de radiación electromagnética emitida por la

o rango de  
temperatura  
microondas, y

Instrumentos pasivos

Formadores



<https://twitter.com/USGSLandsat/status/773939936755982336/photo/1>

# Instrumentos más comunes

Instrumentos pasivos

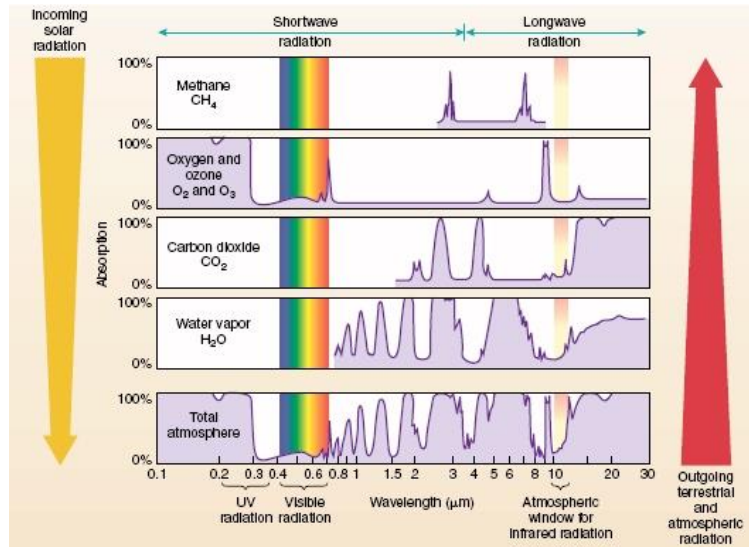
Formadores de imágenes

Sondeadores

Miden la cantidad de radiación electromagnética emitida por la tierra en múltiples canales con el fin de obtener la mayor información posible para distintas alturas. Son usados normalmente para generar perfiles verticales de temperatura, vapor de agua u otros gases atmosféricos.

Ejemplos:

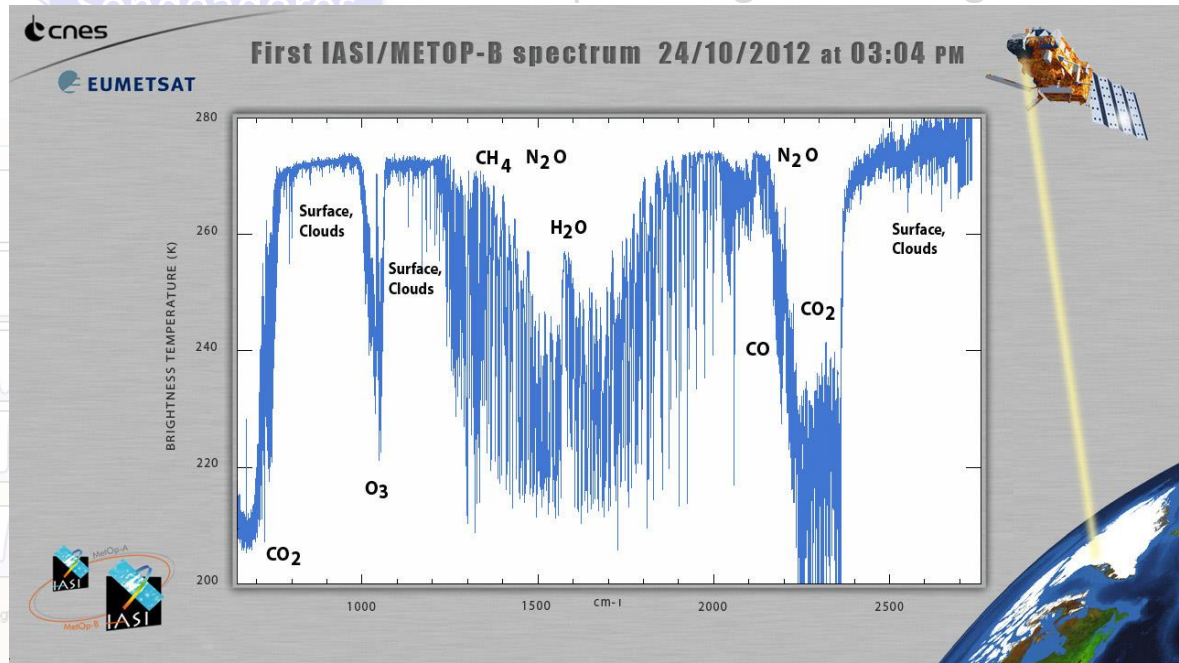
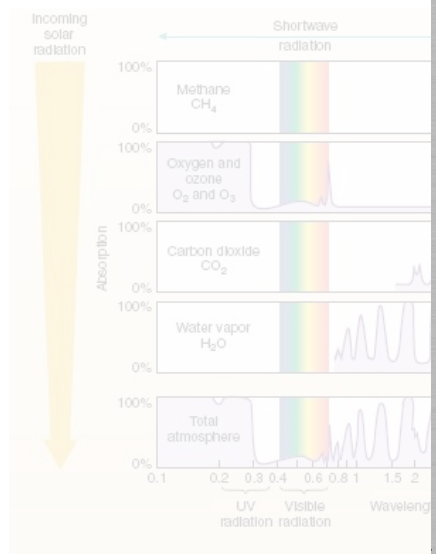
- AMSU-A (Advanced Microwave Sounding Unit-A, Metop)
- MHS (Microwave Humidity Sounder, Metop)
- ATMS (Advanced Technology Microwave Sounder, Suomi NPP, NOAA-20, NOAA-21)
- Gome-2 (Global Ozone Monitoring Experiment-2, Metop)
- IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer, Metop)
- ...



# Instrumentos más comunes

## Comparación de instrumentos

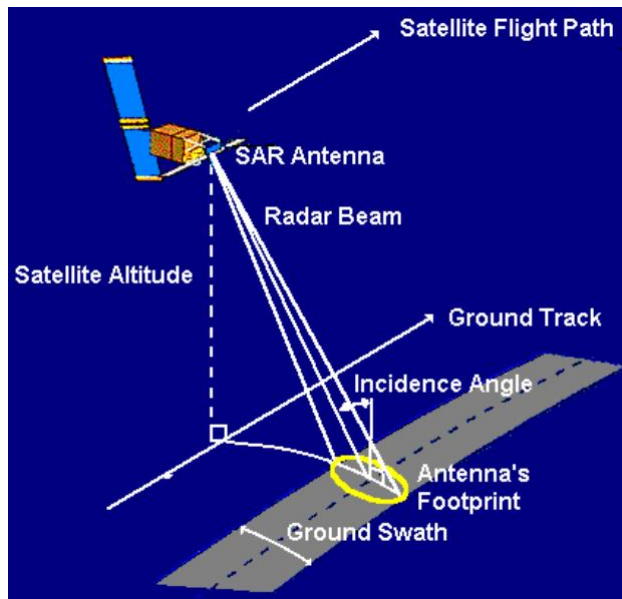
SEVIRI (Meteosat)	MODIS (Aqua, Terra)	IASI (Metop)
Radiómetro, 12 canales con un ancho de banda cada uno entre 140 y 2000 nm	Espectroradiómetro, 36 canales, ancho de banda entre 10-50 nm (canales reflectancia) y 60-500 nm (resto)	Interferómetro, 8641 canales en la banda espectral de 3.62 $\mu\text{m}$ a 15,5 $\mu\text{m}$ (645-2760 $\text{cm}^{-1}$ ), con una resolución espectral de 0.5 $\text{cm}^{-1}$



ing Unit-A, Metop)  
 etop)  
 ave Sounder, Suomi NPP, NOAA-20,  
 eriment-2, Metop)  
 terferometer, Metop)

## Instrumentos activos

## Radar



[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2017/11/Sentinel-3\\_microwave\\_radiometer](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/11/Sentinel-3_microwave_radiometer)

El radar es un instrumento activo que envía pulsos en una banda comprendida entre 1 mm y 1 m (300 y 0.3 GHz). Se basan en el principio de que las microondas artificiales enviadas en una dirección determinada chocan con los objetos y son dispersadas. La energía dispersada se recibe, se amplifica y se analiza para determinar la localización y las propiedades de los objetos. Puesto que puede medirse también el tiempo que tarda un pulso de radiación en ir y volver, puede conocerse la distancia recorrida y generar así modelos digitales de elevaciones (aunque con problemas ya que quedan zonas de sombra en áreas abruptas).

### Ejemplos:

- ASCAT (Advanced SCATterometer, Metop)
- POS-4 (POSEIDON-4: radar altimeter, Sentinel-6),
- C-SAT (C-band synthetic aperture radar, Sentinel-1)
- RA (Radar Altimeter, HY-2 serie)
- ...

# Niveles de productos



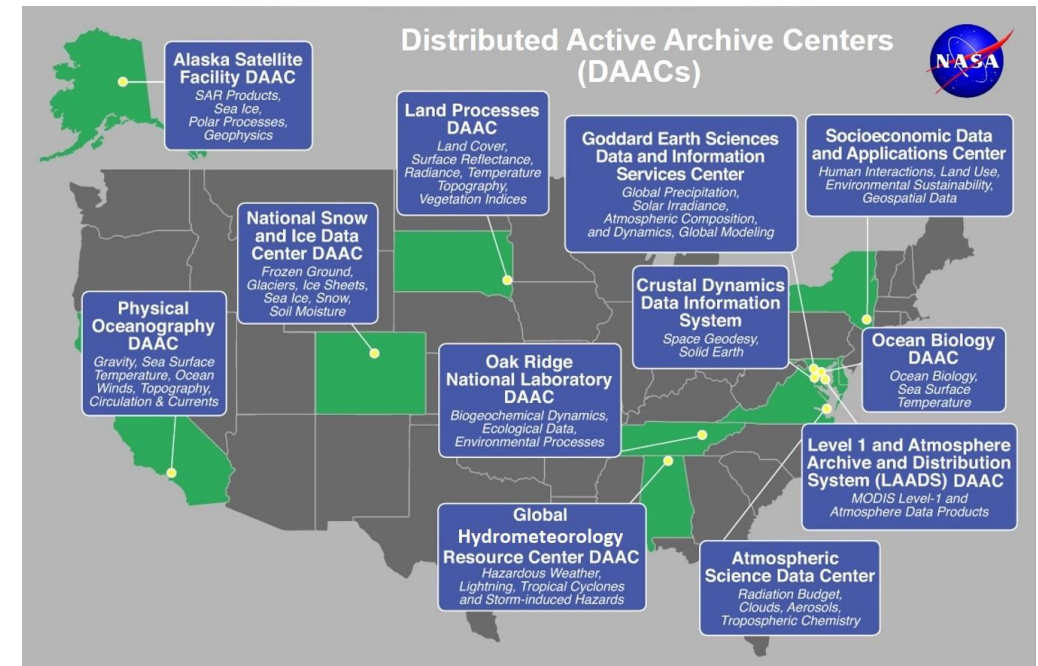
Nivel	Descripción
Datos brutos	Los datos de imagen tal y como se reciben del satélite
Nivel 0 (L0)	Los datos de imagen recibidos dispuestos en formato digital. Sin validar ni consolidar como producto. En la mayor parte de los casos no se distribuye
Nivel 1A (L1A)	Producto calibrado radiométricamente. Validado y consolidado.
Nivel 1B (L1B)	Producto calibrado radiométricamente y geométricamente. En muchos casos georreferenciado. Validado y consolidado.
Nivel 2 (L2)	Producto geofísico calibrado y georreferenciado. Validado y consolidado.
Nivel 3 (L3)	Producto final a nivel cartográfico. Normalmente reproyectado.
Nivel 4 (L4)	Producto derivado de la combinación de productos L3 con productos de otras fuentes.

<https://cesar.esa.int/uploadmanually/201702/EOC-IntroduccionTeledccion-2017.pdf>

# Explotación de los datos satelitales

## ¿Quiénes explotan los datos que recibimos de los satélites?

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, Europa)
- ESA (European Space Agency, Europa)
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, USA)
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA)
- CMA (China Meteorological Administration, China)
- JMA (Japan meteorological Agency, Japón)
- Servicios meteorológicos
- Universidades
- Centros de investigación
- ...



<https://www.earthdata.nasa.gov/news/eosdis-daacs-celebrate-milestones-service-global-data-users>

# Explotación de los datos satelitales

**Copernicus** es el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, que mira a nuestro planeta y su medio ambiente para el máximo beneficio de toda la ciudadanía europea. Ofrece servicios de información basados en datos de observación de la Tierra por satélite y en datos in situ (no espaciales).

La Comisión Europea coordina y gestiona el programa, en cuya ejecución colaboran los Estados miembros, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (Eumetsat), el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF), las agencias de la UE y la empresa Mercator Océan.

Los servicios de información proporcionados son de acceso gratuito y abierto para sus usuarios.

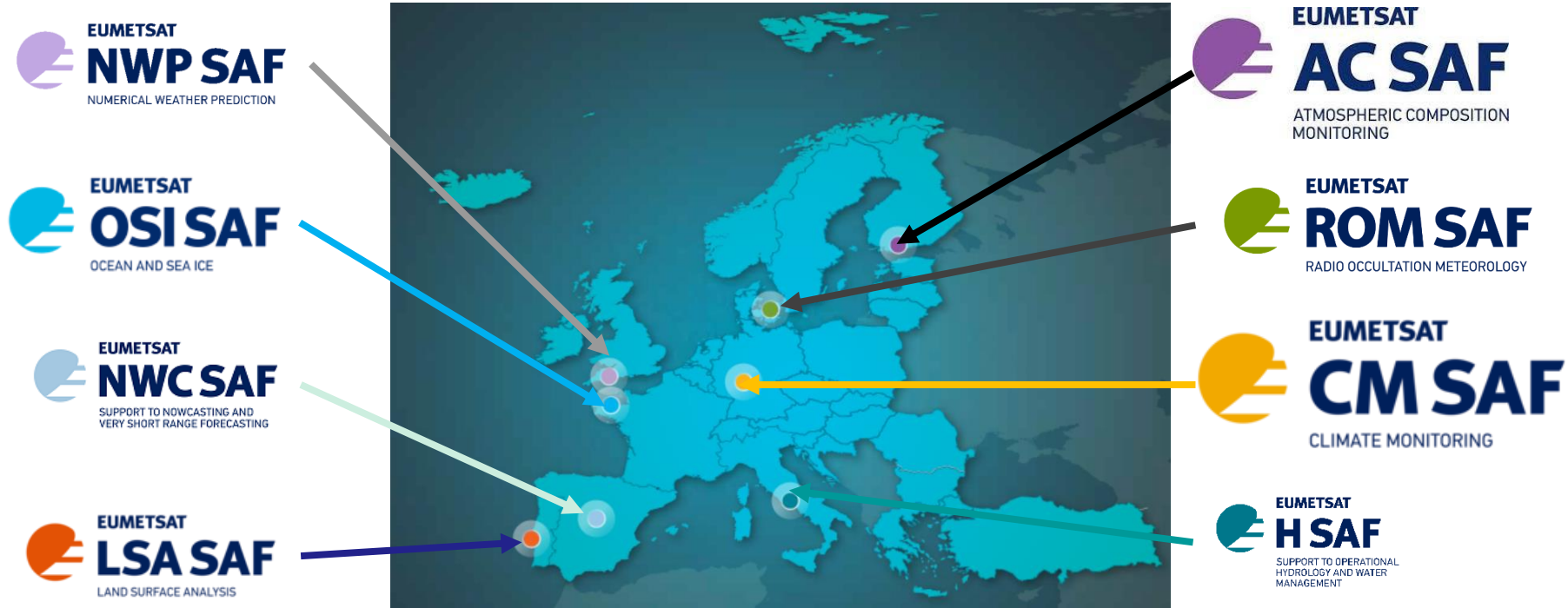
## Servicios del programa Copernicus



<https://www.copernicus.eu/es>

# Explotación de los datos satelitales

La Red de Centros de Aplicaciones Satelitales (SAFs) está formada por un grupo de institutos (servicios meteorológicos y otras instituciones) dentro de los estados miembros de EUMETSAT que se dedican al procesamiento de datos satelitales para grupos de usuarios específicos o áreas de aplicación en nombre de EUMETSAT.





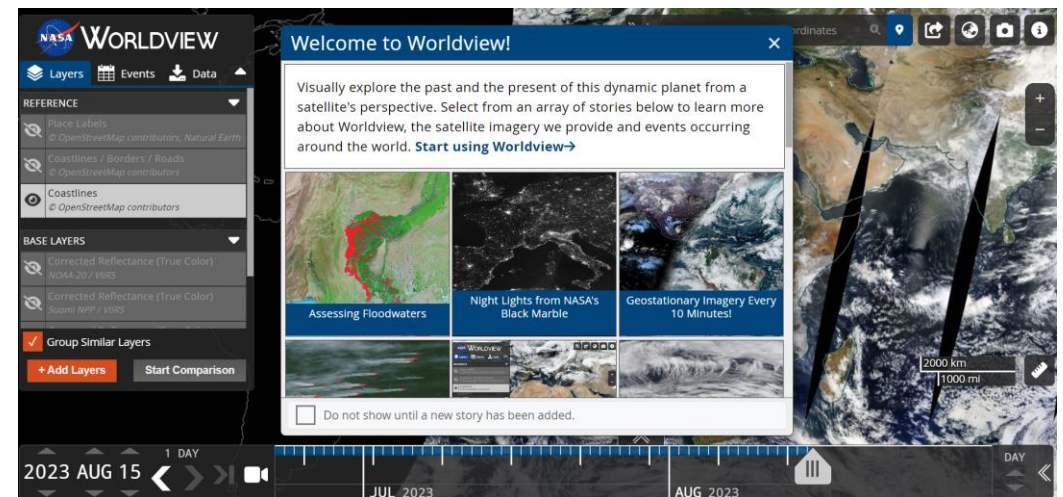
# Acceso a los datos

La inmensa mayoría de datos nivel 1 provenientes de satélites meteorológicos son gratuitos y de libre acceso. Igualmente, muchas de las entidades que desarrollan los productos de nivel 2 o superior los ponen a disposición de los distintos usuarios interesados sin coste alguno.

Por otro lado, existe un gran número de visualizadores en internet que permiten ver estas imágenes y productos sin necesidad de descargarse nada.

Ejemplo de visualizadores de internet:

- <https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/index.php>
- <https://re.ssec.wisc.edu/>
- <https://rammb-slider.cira.colostate.edu/>
- <https://view.eumetsat.int/>
- <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
- <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>
- <https://www.wekeo.eu/data>
- <https://landsatlook.usgs.gov/explore>
- <https://data.marine.copernicus.eu/viewer>
- <https://www.swpc.noaa.gov/products-and-data>
- ...



# Gracias por vuestra atención!

Lidia Cristina Escudero Fernández  
lescudero@aemet.es  
*DIS-CTNDO*

19-09-2023