

Sensores Remotos Satélites Meteorológicos

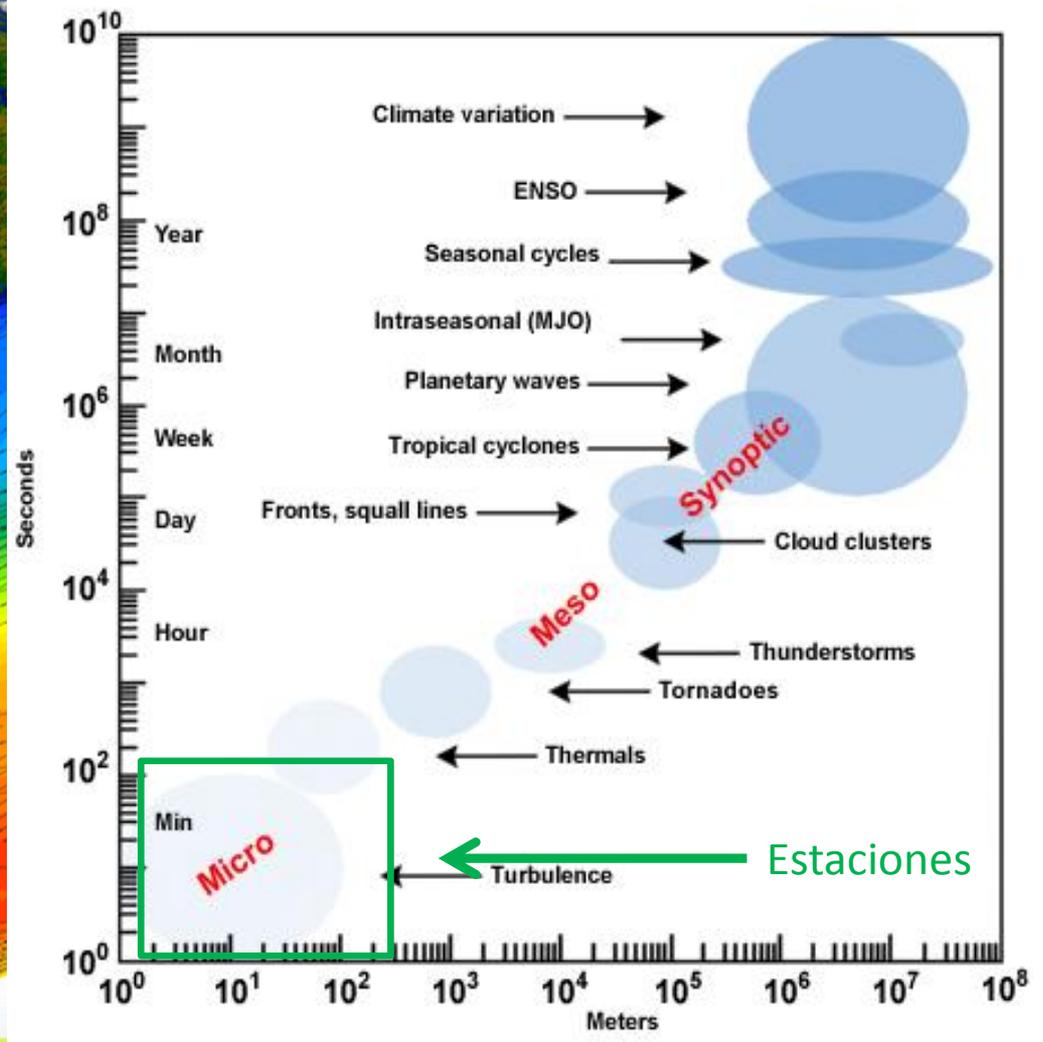
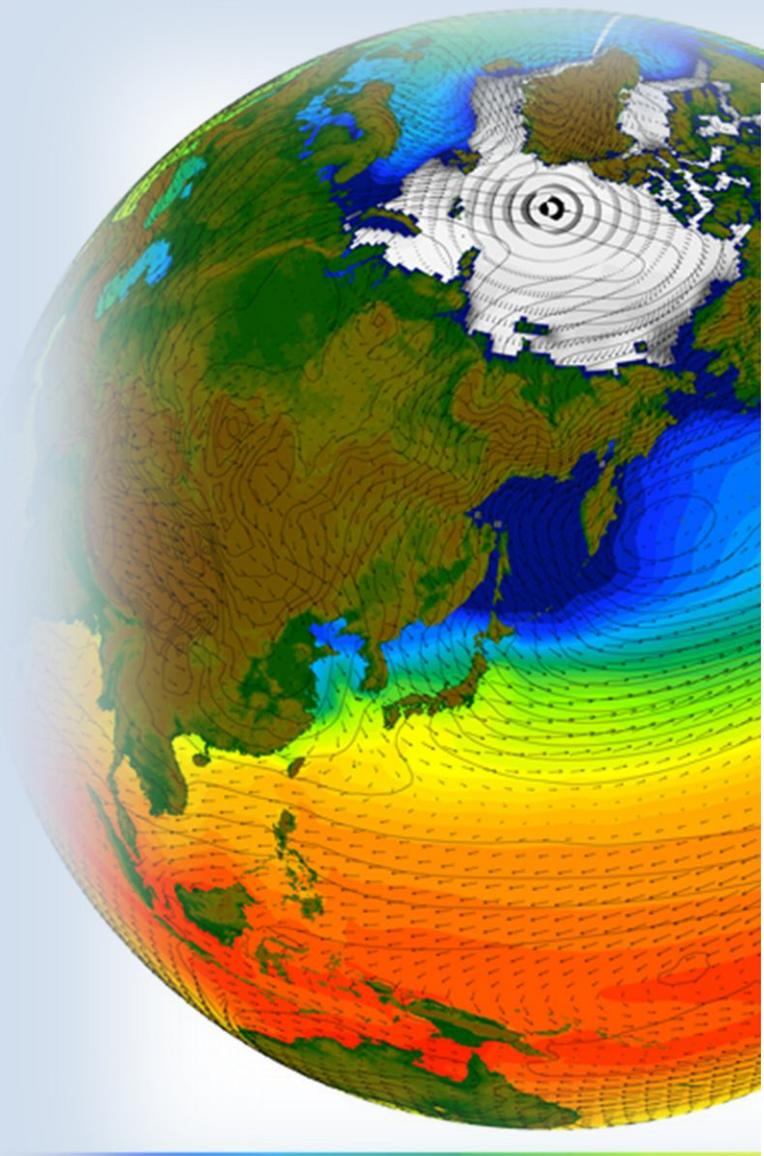


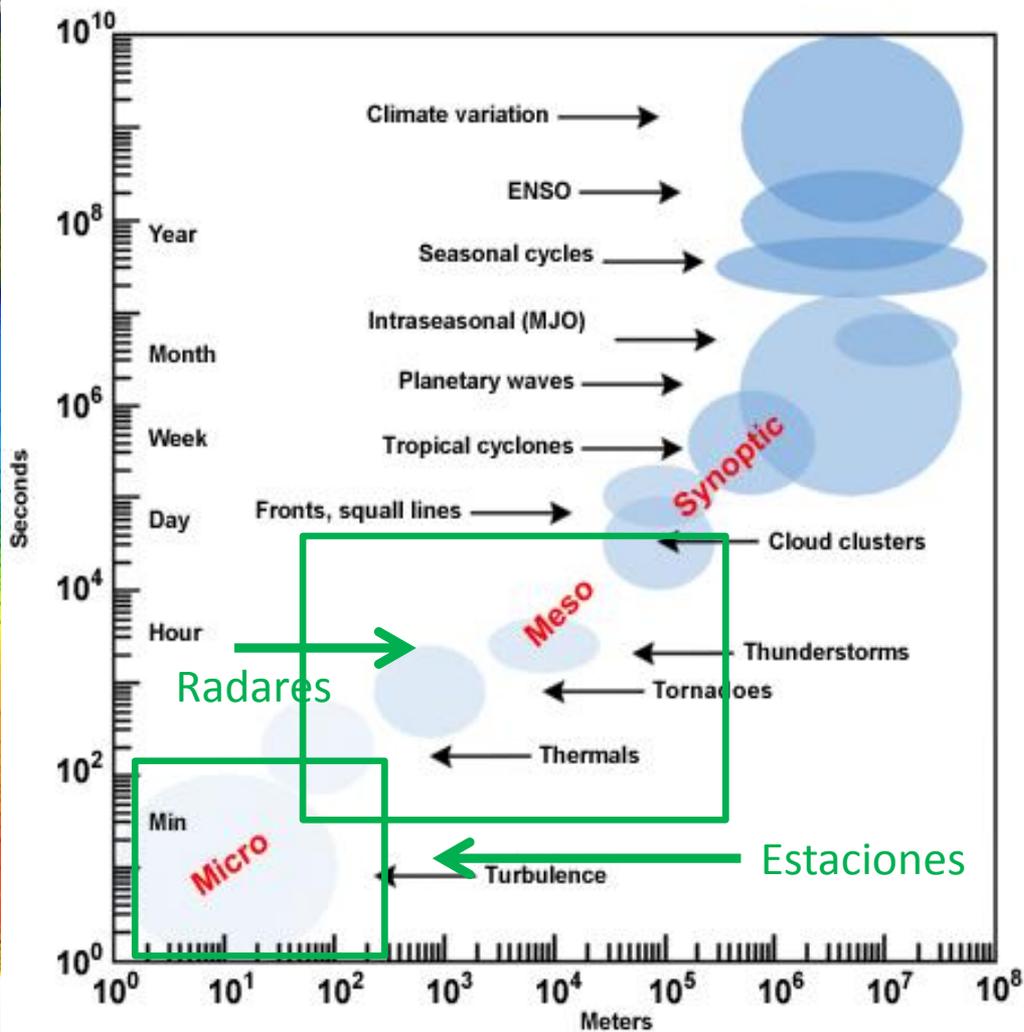
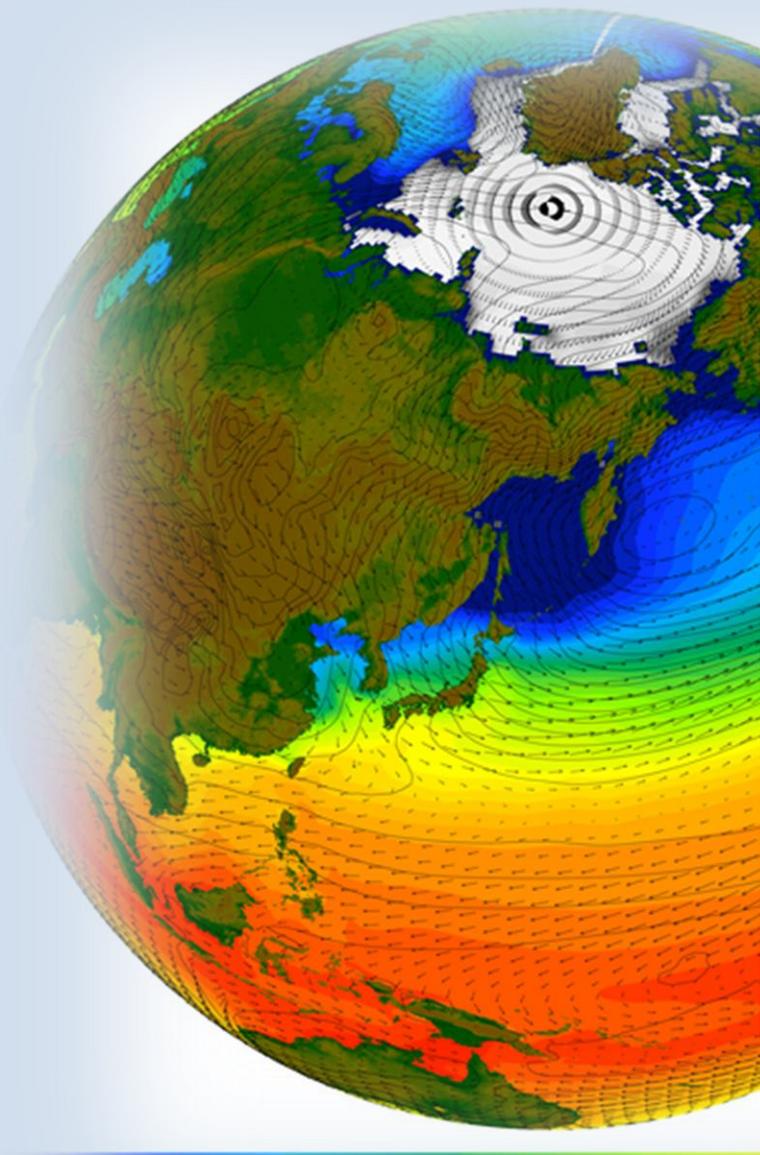
Evelyn Quirós Badilla

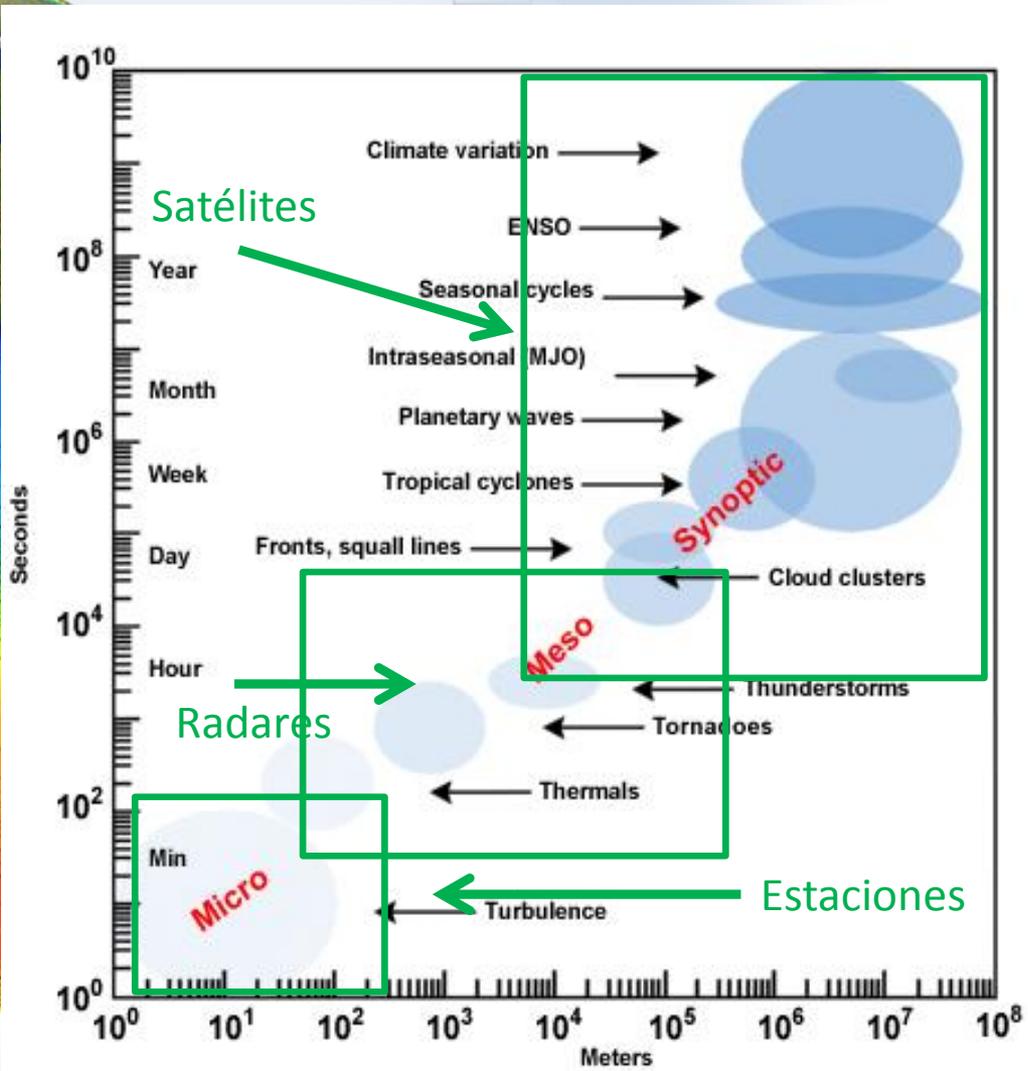
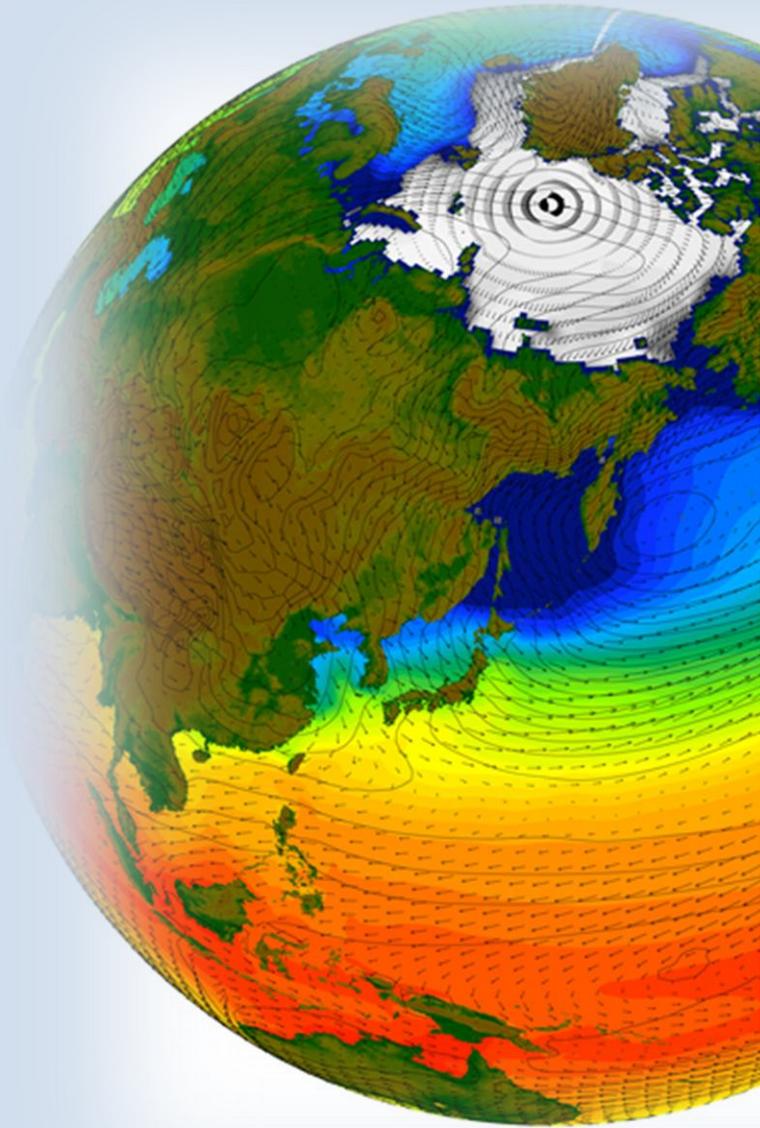
Universidad de Costa Rica

Curso de Meteorología Aeronáutica CPD

Sesión 1 Tema 2: Aplicaciones Satelitales en los Trópicos





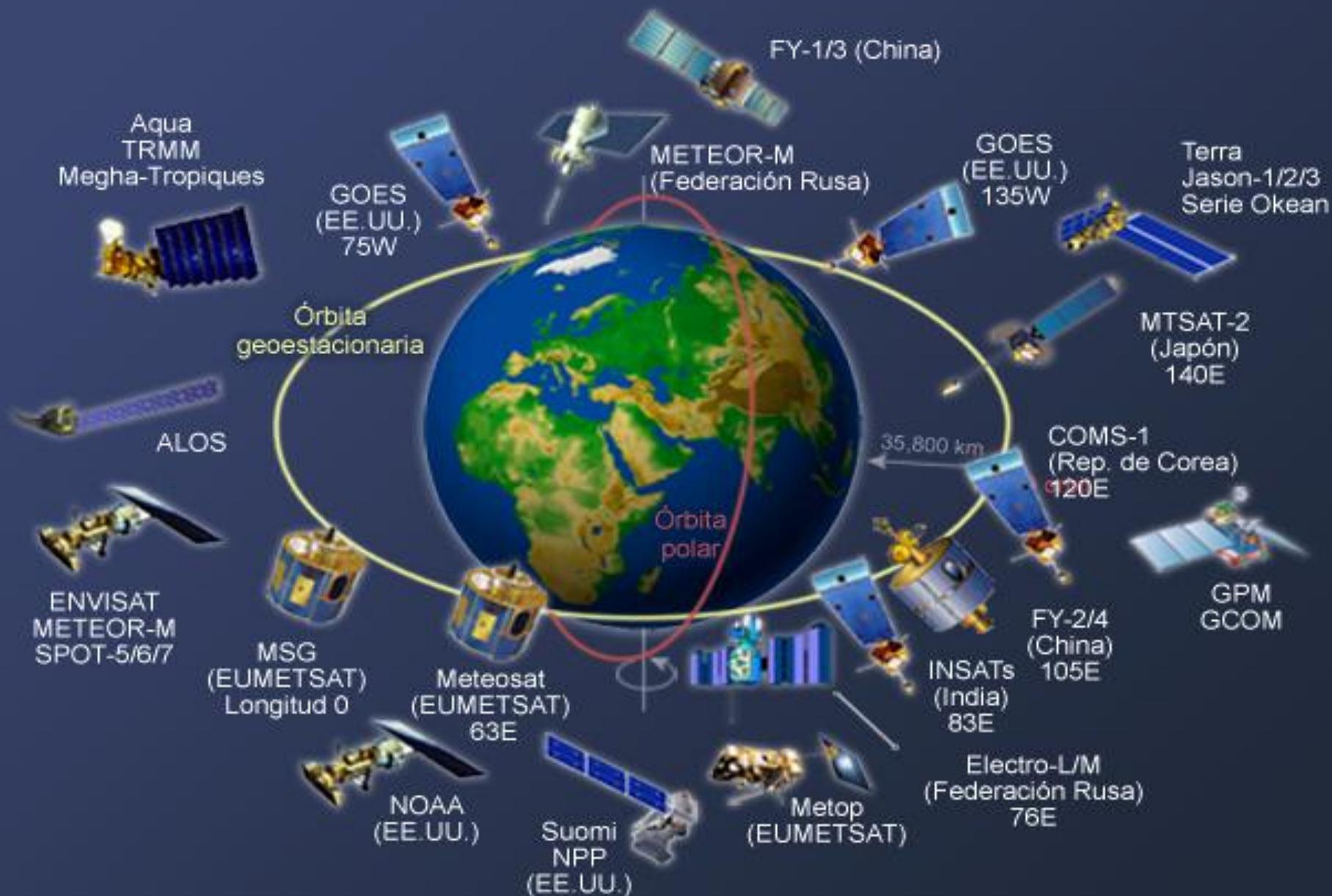


Satélites

Radares

Estaciones

Sistema mundial de satélites operativos



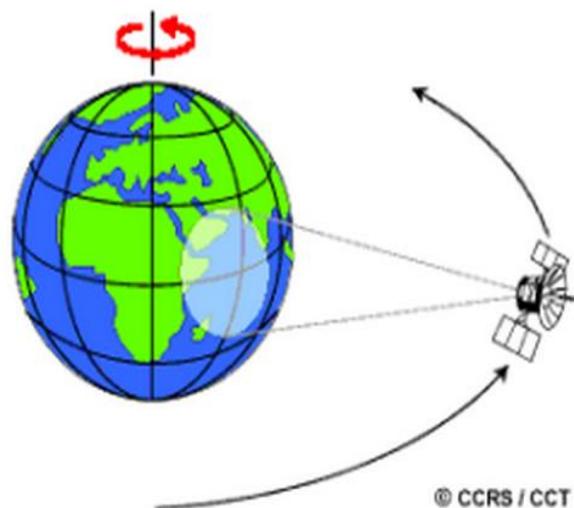
De NASA. Orbitas de algunos satélites importantes



Recepción de la Información

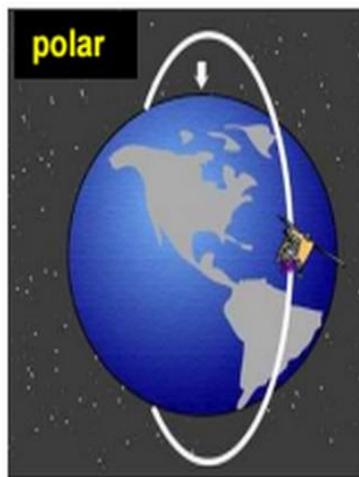


Órbita geoestacionaria

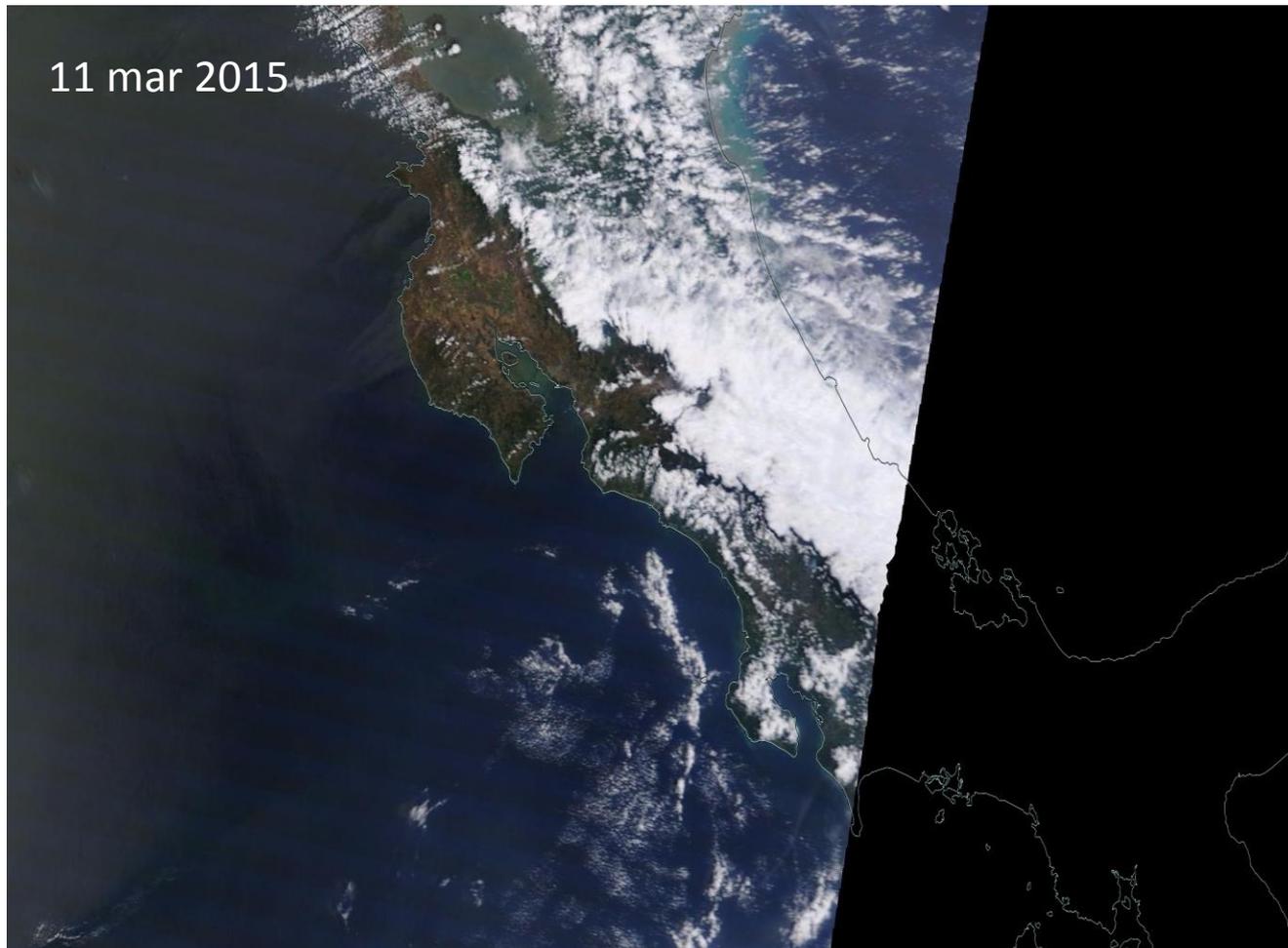


El satélite está a ~36,000 km sobre la tierra en la línea ecuatorial. Tiene el mismo período de rotación que la Tierra. Parece estar “fijo” en el espacio.

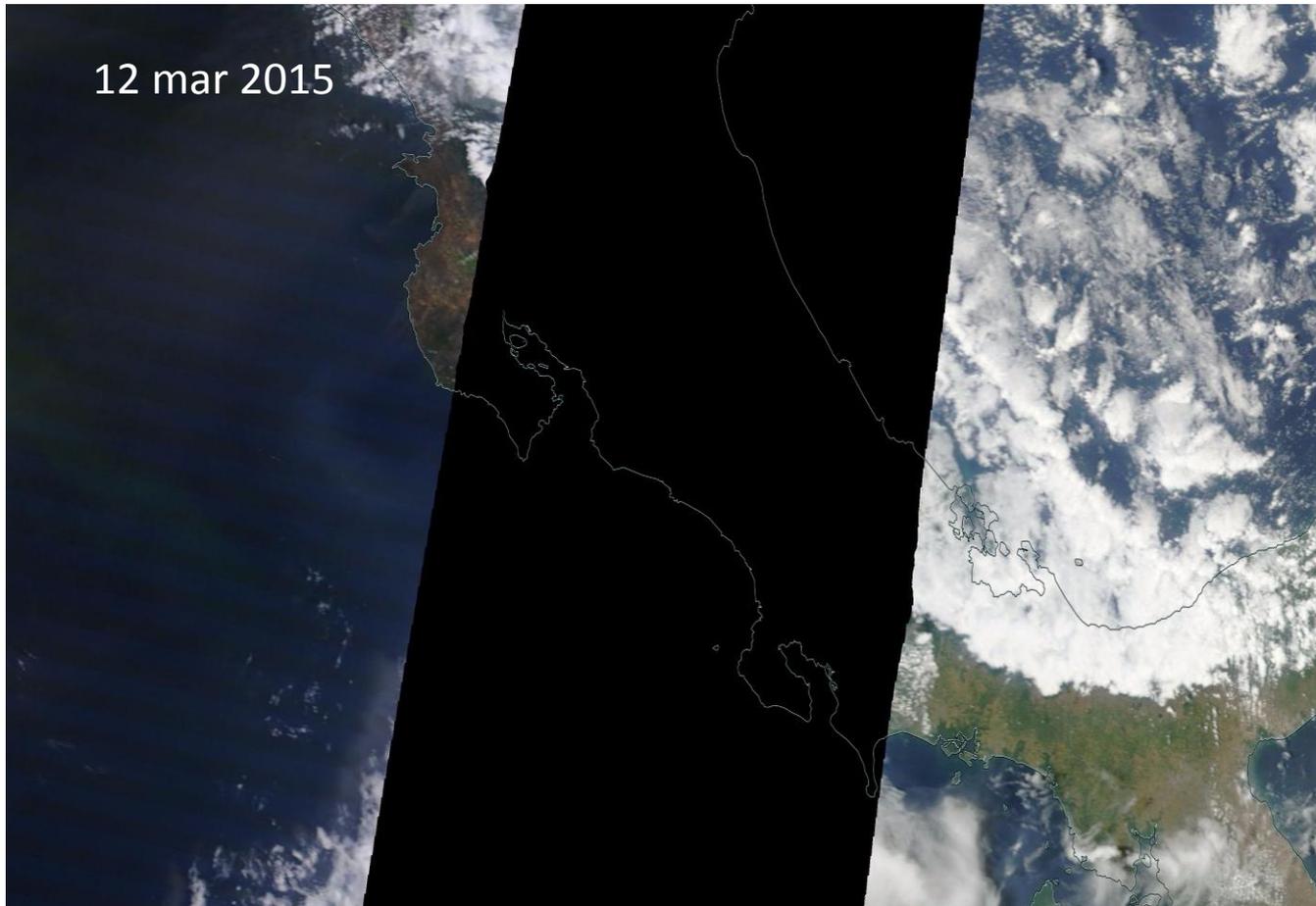
Órbita terrestre baja (LEO por sus siglas en inglés)



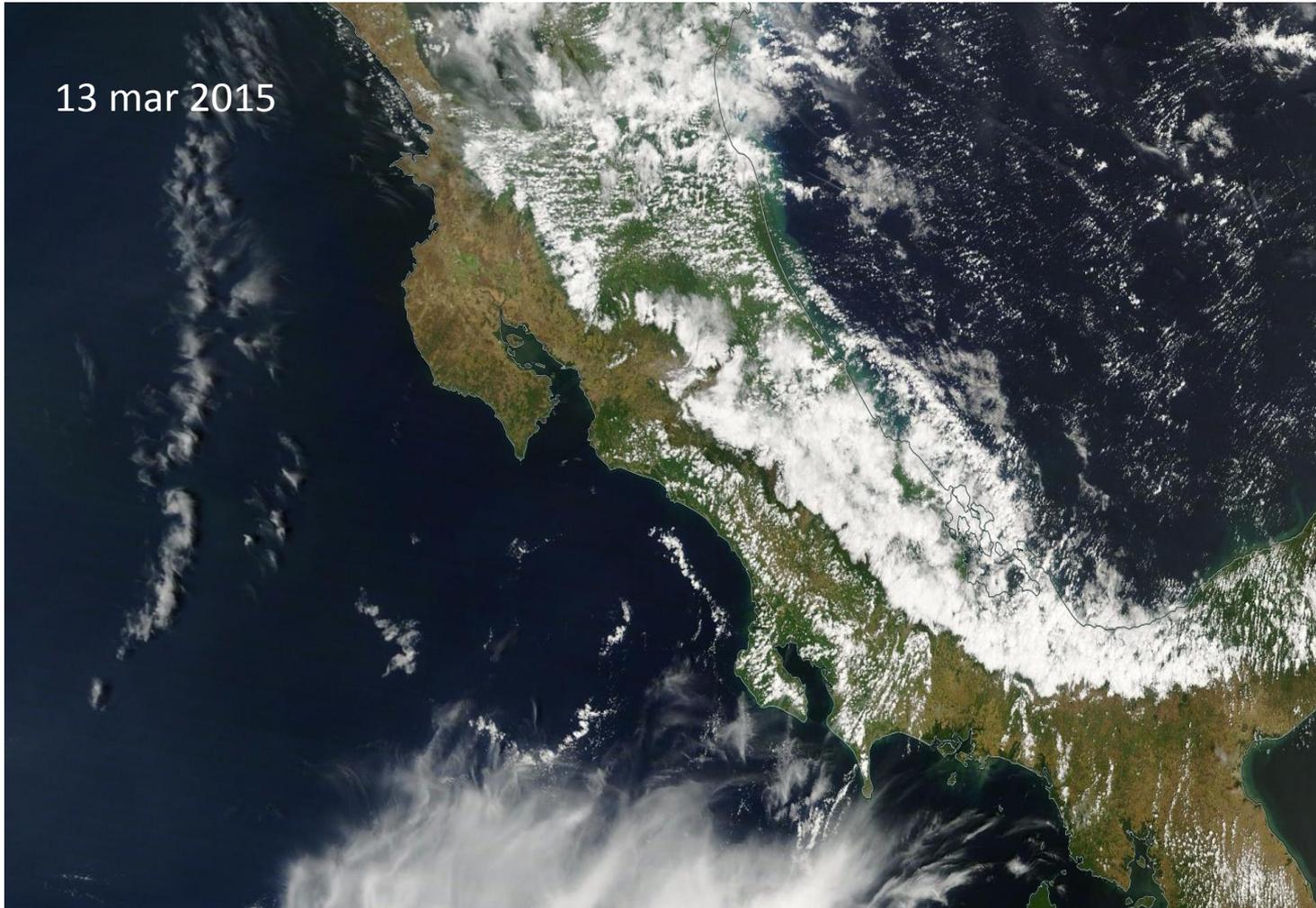
Órbita circular en movimiento constante relativo a la tierra a 160-2000 km. Puede ser polar o no polar.



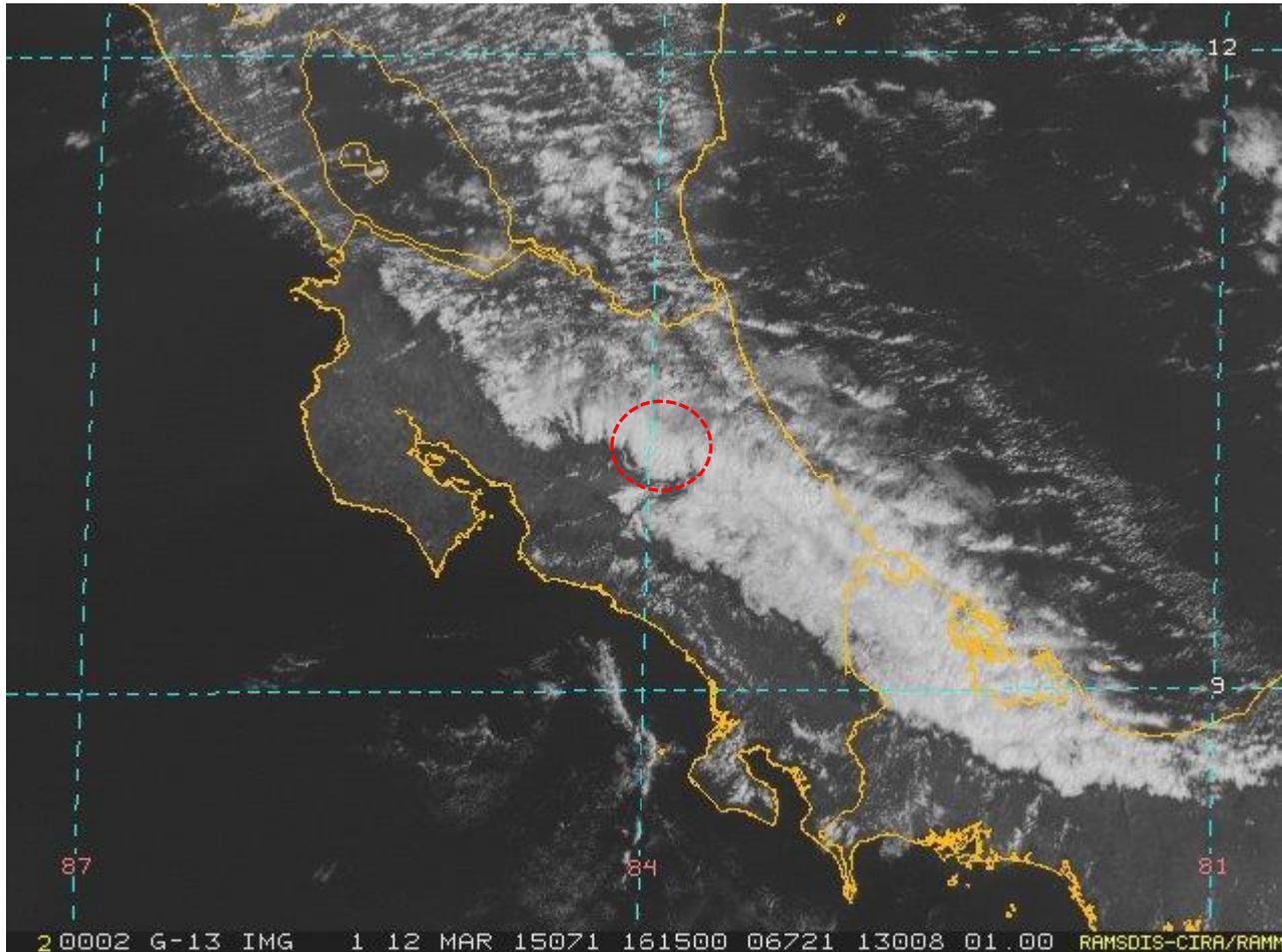
<https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/visualization/worldview>

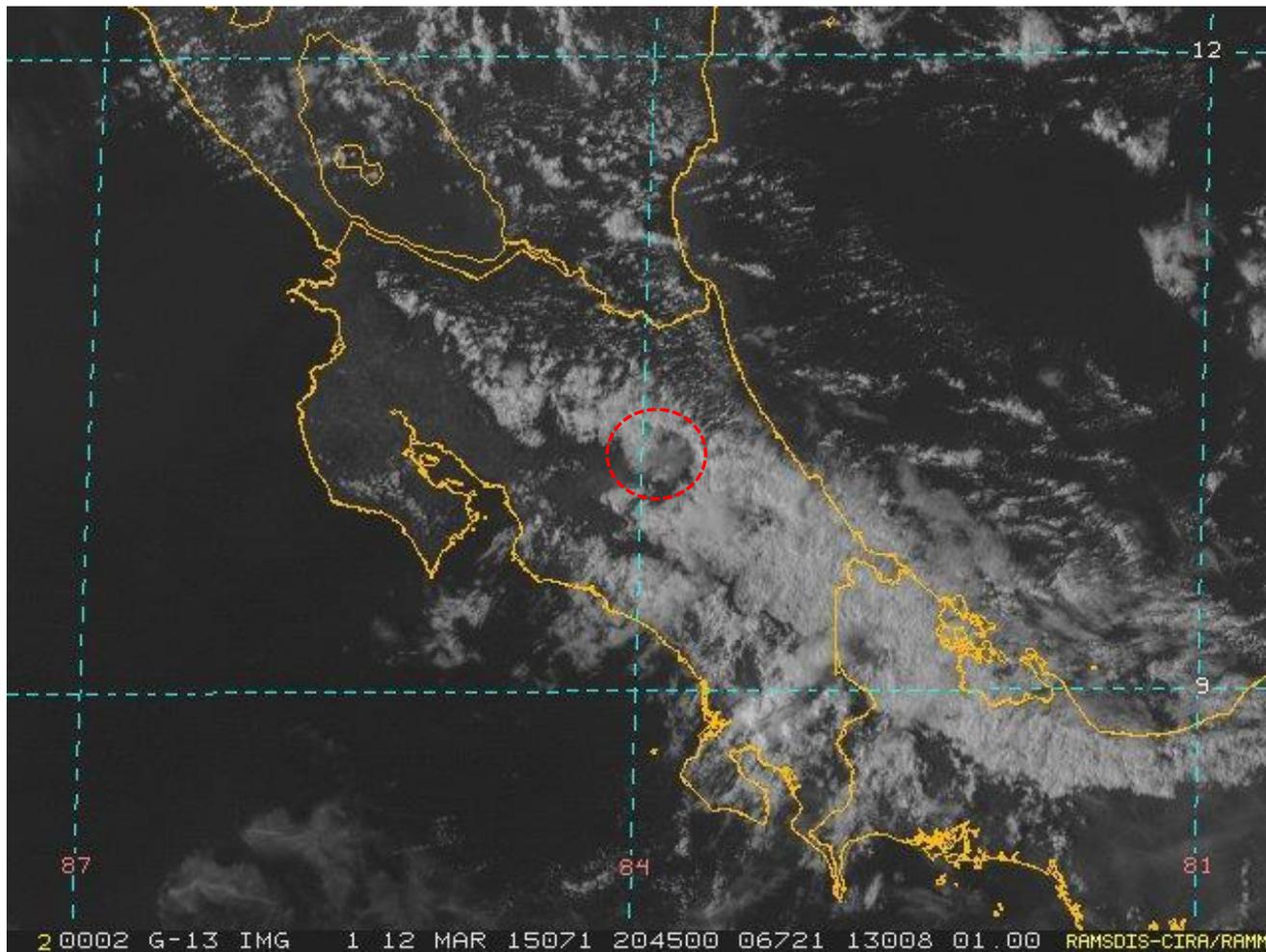


<https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/visualization/worldview>

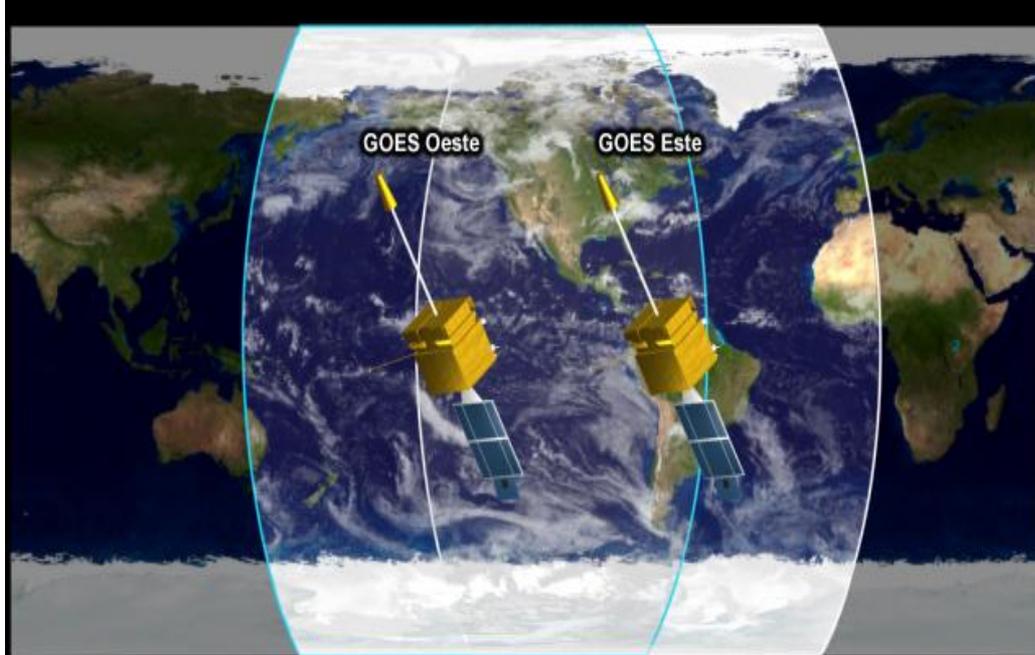


<https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/visualization/worldview>





Constelación GOES de la NOAA



— Área de cobertura del satélite GOES Oeste
— Área de cobertura del satélite GOES Este

©The COMET Program

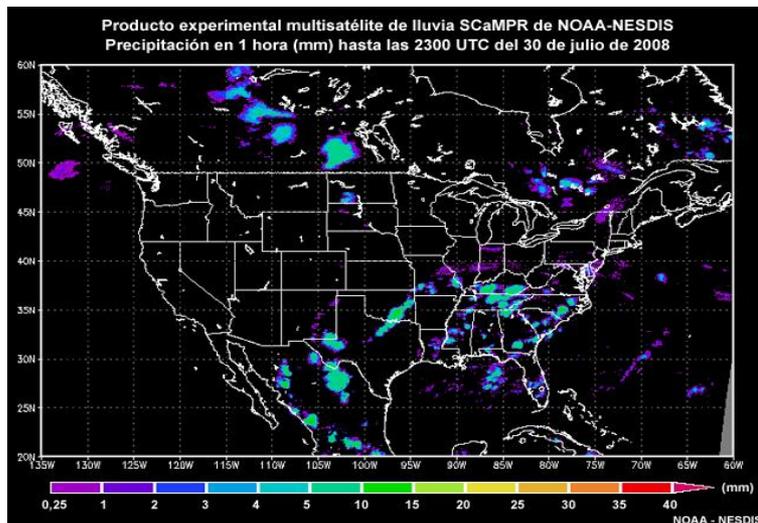
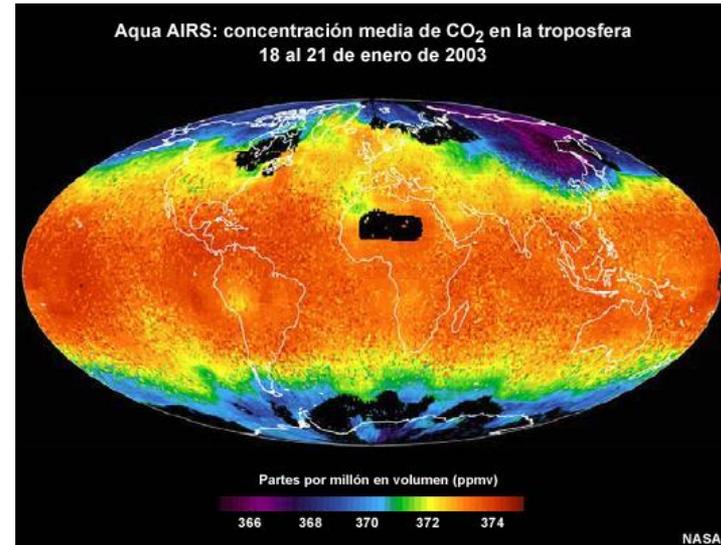
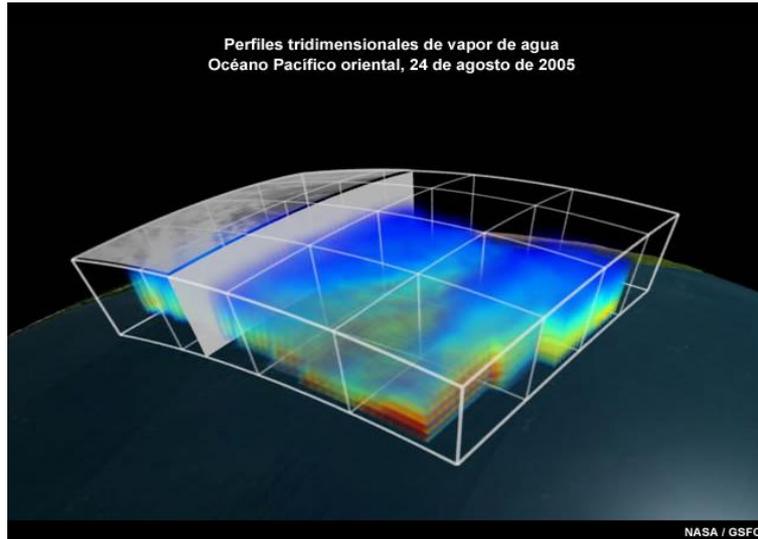
Existen varios satélites geoestacionarios para la meteorología.

Los Estados Unidos tienen dos en funcionamiento la serie: satélites ambientales operacionales geoestacionarios (Geostationary Operational Environmental Satellites, GOES):

El GOES-12, designado como GOES-East, está sobre el río Amazonas y proporciona la mayor parte de la información meteorológica estadounidense.

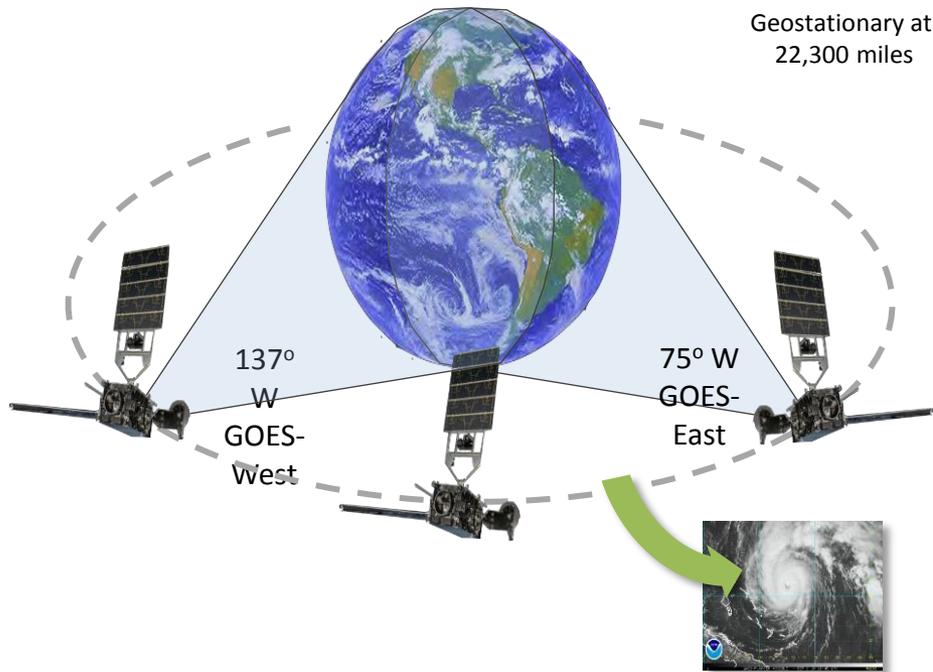
El GOES-13 es denominado GOES-WEST y se sitúa el este del Océano Pacífico.

Los satélites en órbita polar son más aptos para generar perfiles verticales de la atmósfera, observar los componentes atmosféricos, medir la precipitación, y ver las estructuras terrestres y oceánicas con más detalle



Geoestacionarios

Los satélites meteorológicos geoestacionarios:



Orbitan en el plano ecuatorial de la tierra, a una altura de 36 000-38 500 km. A esta altura, como su velocidad orbital coincide con la velocidad de rotación de la Tierra, parecen estacionarios.

Cada satélite ve siempre la misma porción del globo (42% de la superficie de la tierra). Para conseguir la cobertura global se necesita una red de 5 ó 6 satélites. Sin embargo, estos satélites no pueden ver los Polos.

Polares

Los satélites meteorológicos de órbita polar son explotados por los EE.UU. (NOAA, QuikSCAT), Rusia (Meteor) y China (Fengyun-1).

Con un solo satélite se obtiene la cobertura global.

Resolución temporal menor.

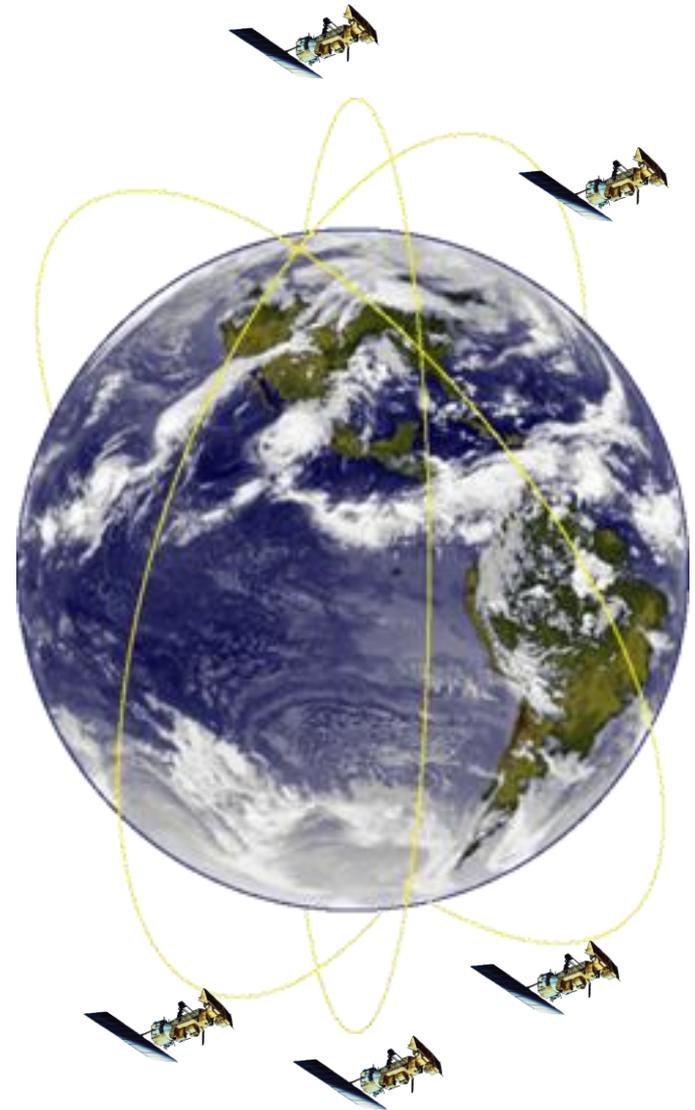
POES Orbits

USA:

- NOAA-19 – LTAN 13:33
- NOAA-18 – LTAN 14:13
- NOAA-17 – LTAN 20:58
- NOAA-16 – LTAN 19:26
- NOAA-15 – LTAN 16:36

Rusia: Rusia dispone de las series de satélites [Meteor](#) y RESURS.

China y la India también disponen de satélites de órbita polar.



Polares



Los **satélites de órbita polar** rodean la Tierra a una altitud típica de 850 km de norte a sur o viceversa, pasando sobre los polos en su vuelo. Los satélites polares están en órbitas heliosíncronas, lo que significa que pueden observar cualquier lugar de la Tierra y ver dos veces al día un lugar.

Además, **los satélites de órbita polar ofrecen mayor resolución que sus homólogos geostacionarios debido a su cercanía con la Tierra.**

Los satélites polares actualmente proporcionan los datos que necesitan los modelos de predicción numérica dedicados a los pronósticos de tiempo, clima, calidad del aire y otras predicciones ambientales.



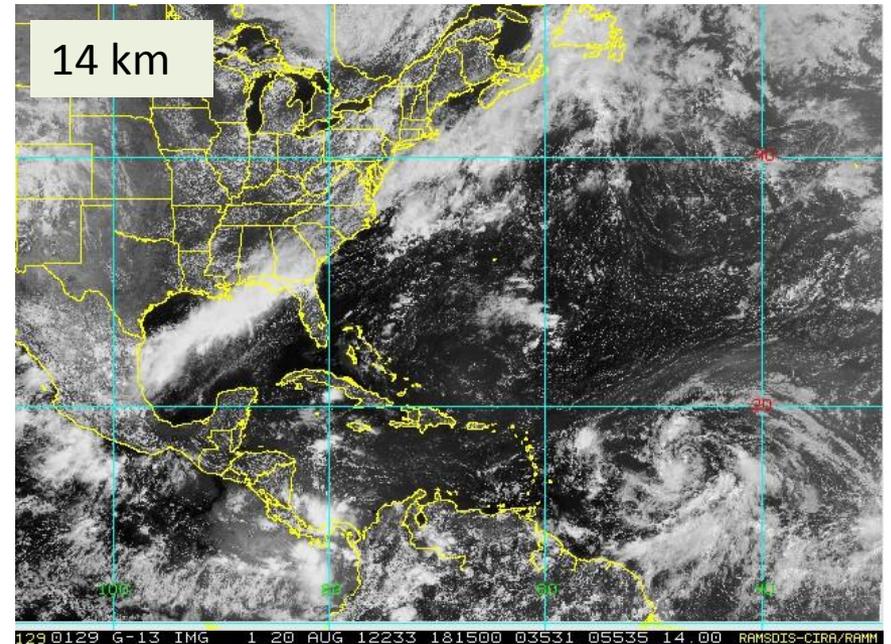
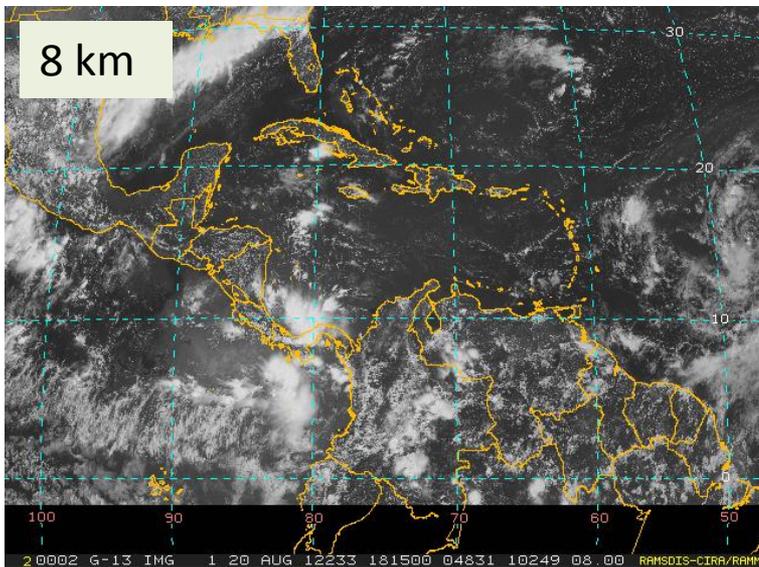
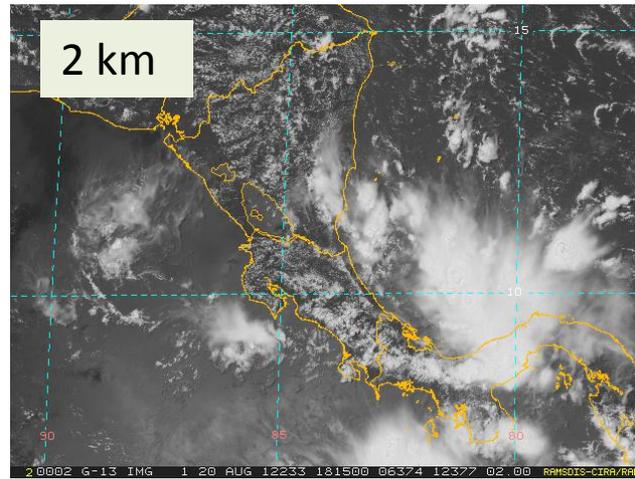
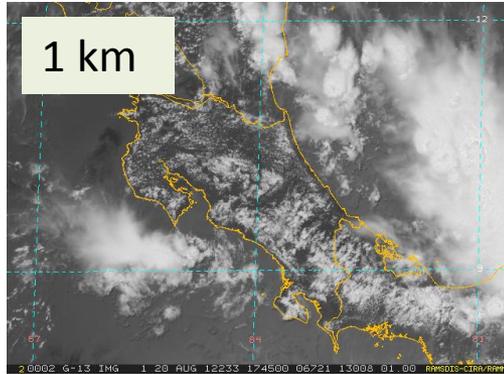
Órbita del satélite geostacionario



Aplicaciones

- Lluvia Estimada
- Inundaciones Repentinias
- Seguimiento de OT, TC, FF
- ITCZ
- MJO
- JETs

Canales GOES_Actuales



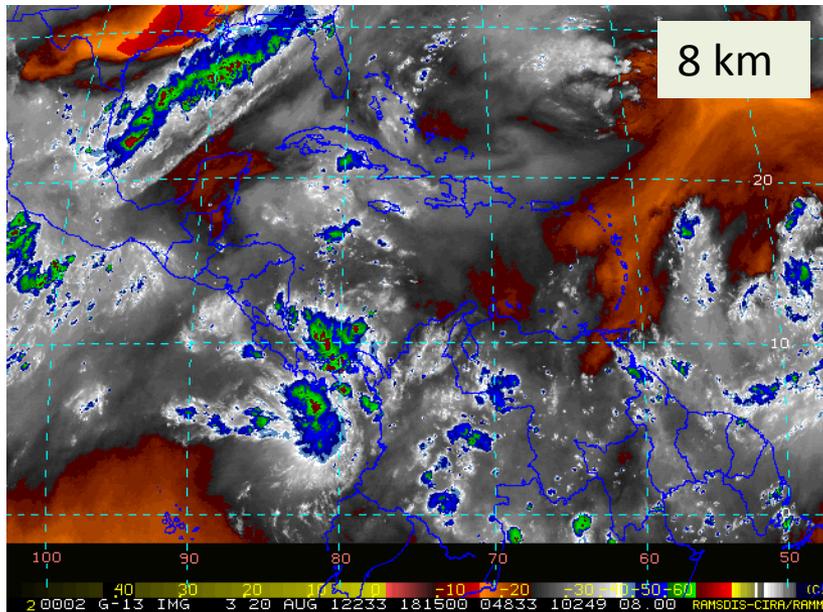
Canal Visible:

Máxima resolución espacial
1 km.

Útil para identificar nubes y
sistemas atmosféricos en el
día.

Tenemos una imagen cada
30 min.

Canales GOES_Actuales

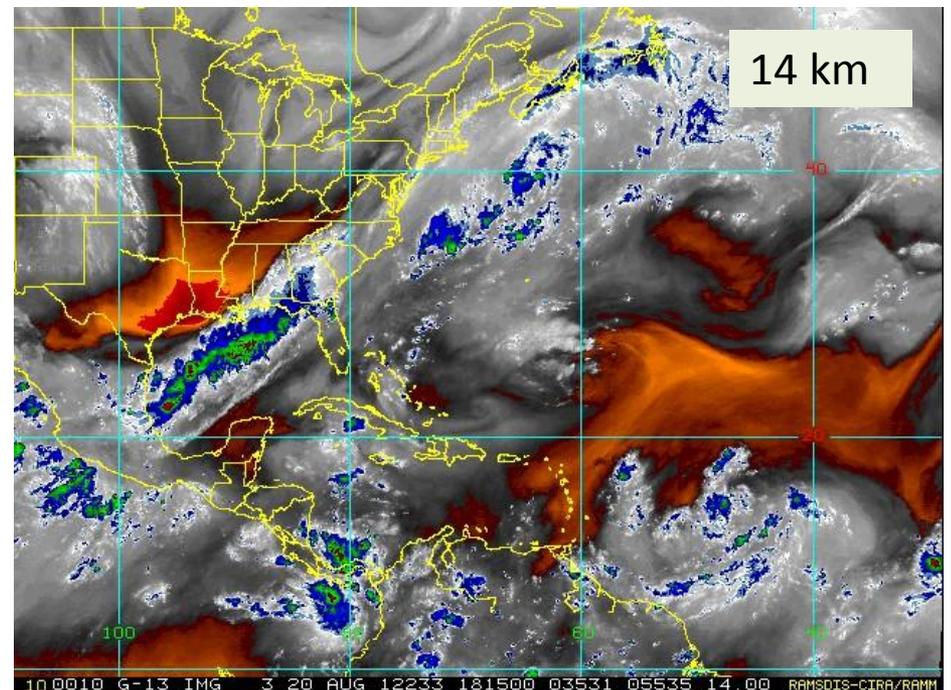


Canal Vapor de Agua (WV):

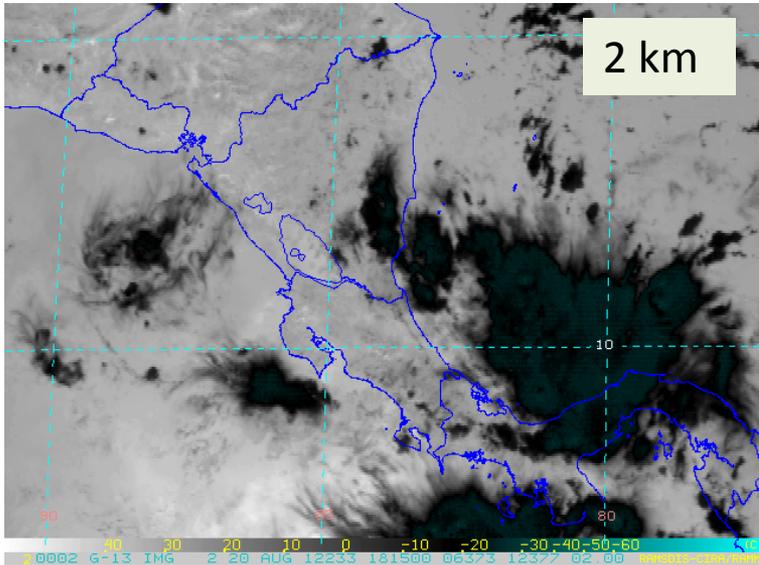
Máxima resolución espacial 8 km.

Útil para identificar sistemas atmosféricos en diferentes capas de la atmósfera sea de día o noche. Permite identificar nubes intensas.

Tenemos una imagen cada 30 min.

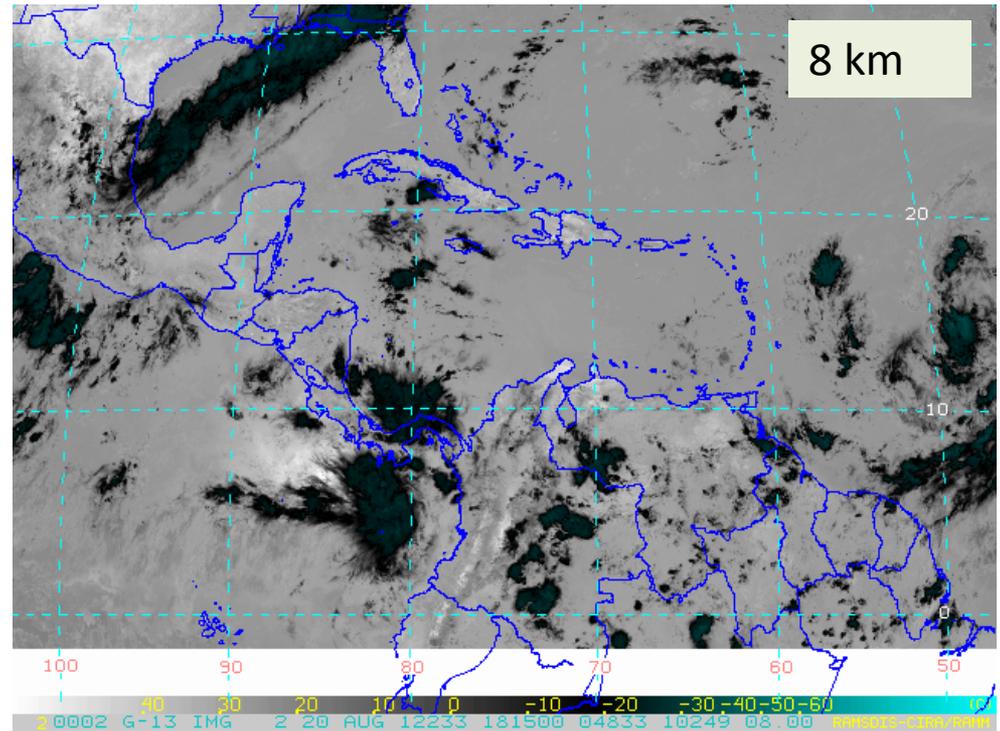


Canales GOES_Actuales

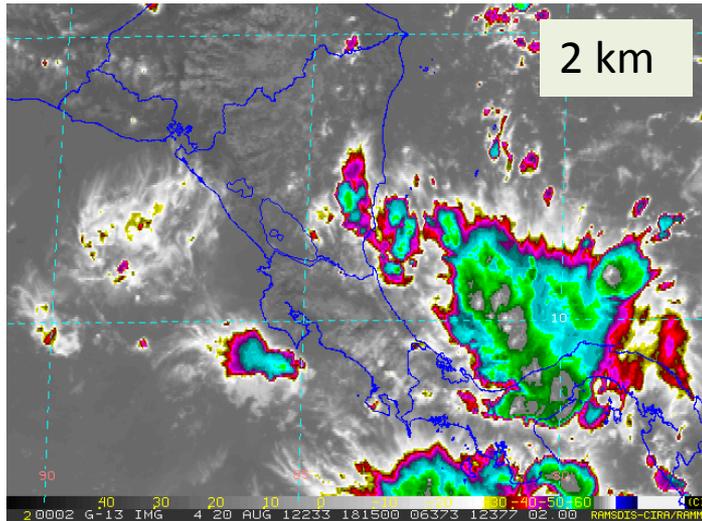


Canal Onda Corta_IR 2 cercano:

Máxima resolución 2 km.
Útil para identificar puntos calientes
como incendios, volcanes, neblina,
nieve.
Tenemos una imagen cada 30 min.



Canales GOES_Actuales

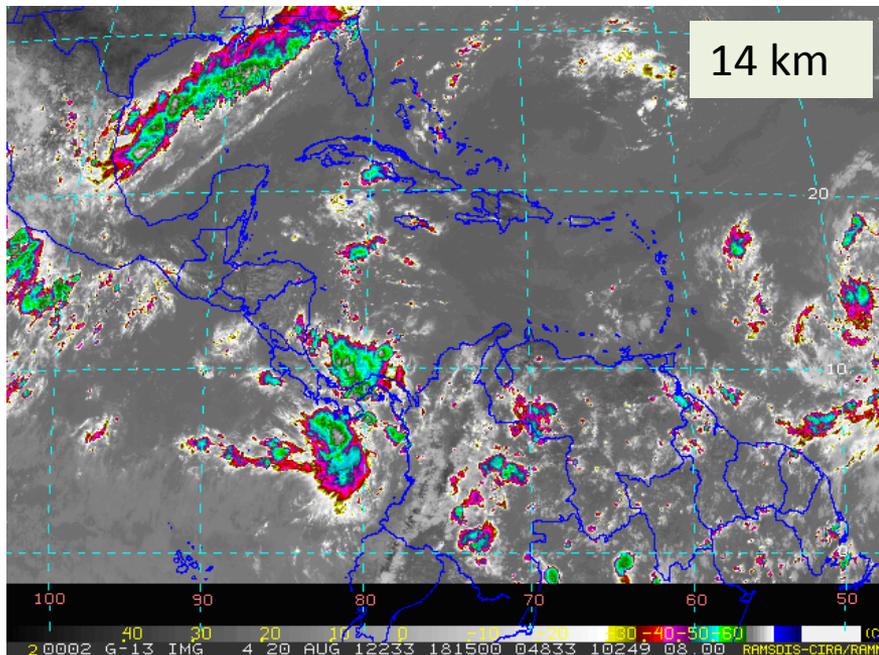


Canal Infrarojo Térmico o Lejano (Thermal Infrared - IR4)

:

Máxima resolución espacial 4 km.

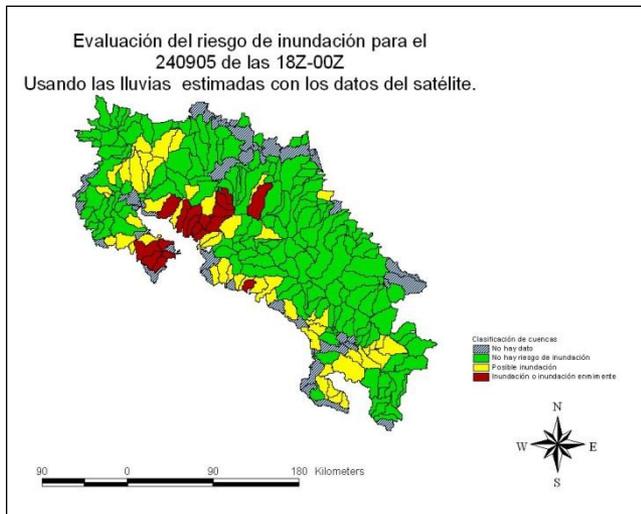
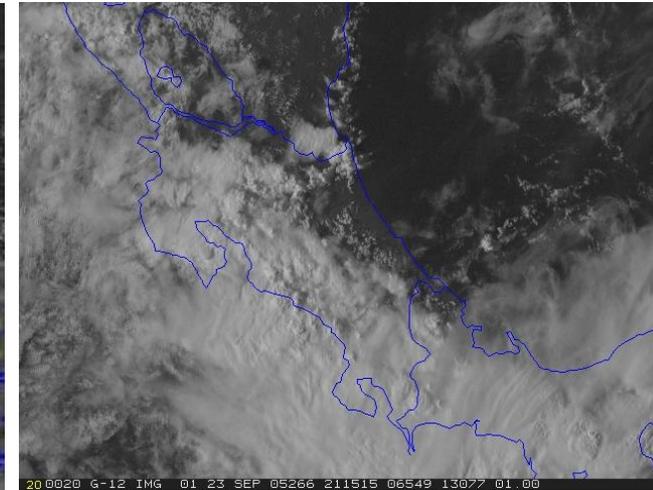
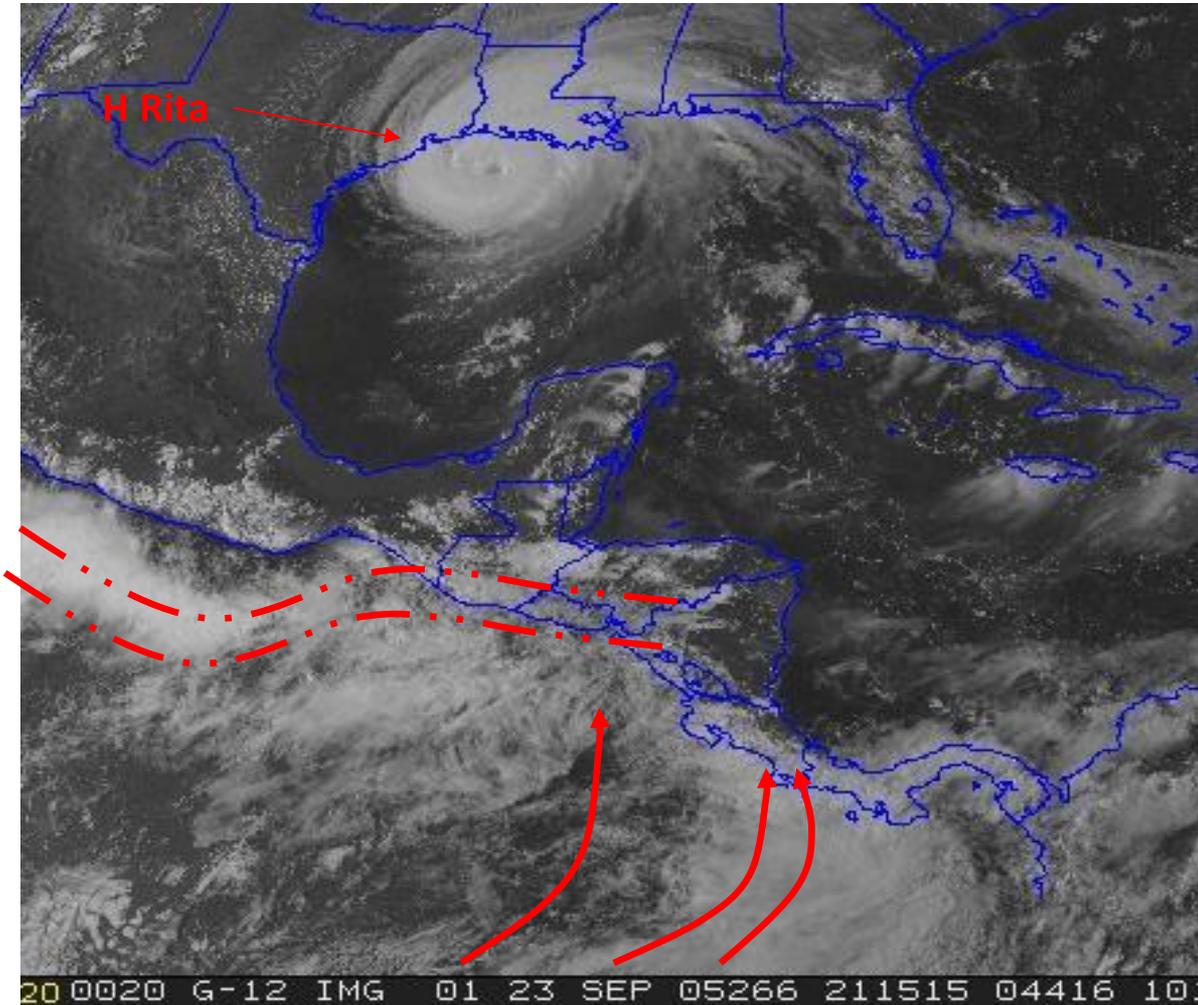
Útil para identificar nubosidad en la noche, y para ver que tan intensa es la nube, no es muy confiable en las zonas de nubes con topos cálidos, como los estratos que se forman con frentes fríos en el Caribe.



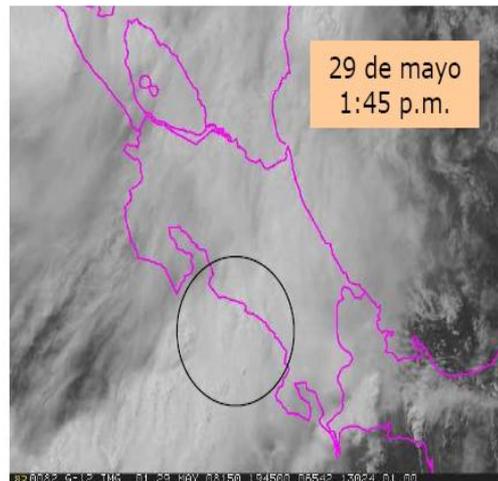
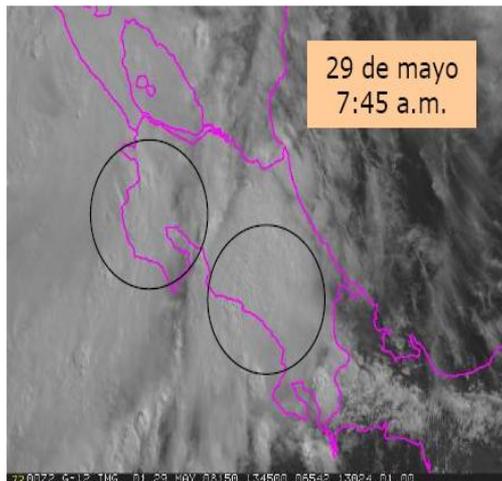
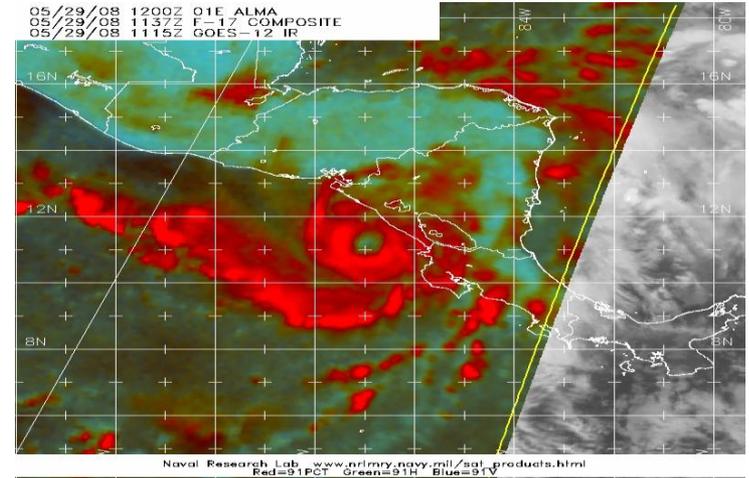
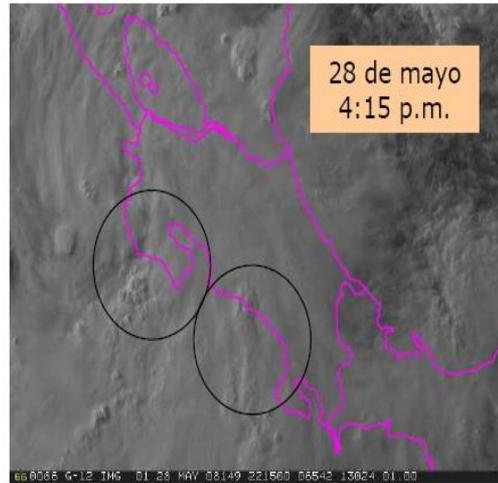
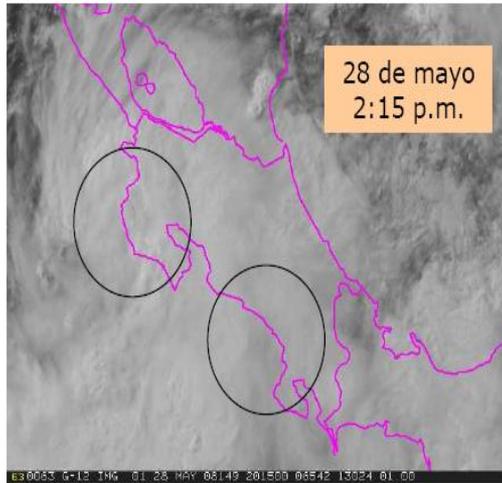
También confunden las nubes cirrus (nubes de hielo no lluvia) de los topos fríos de los cumulonimbos (nubes de agua-lluvia abundante)

Resolución Temporal: Tenemos una imagen cada 30 min.

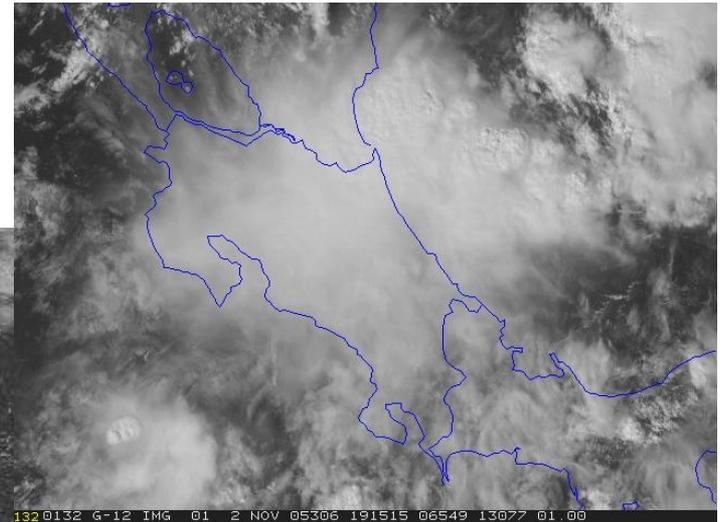
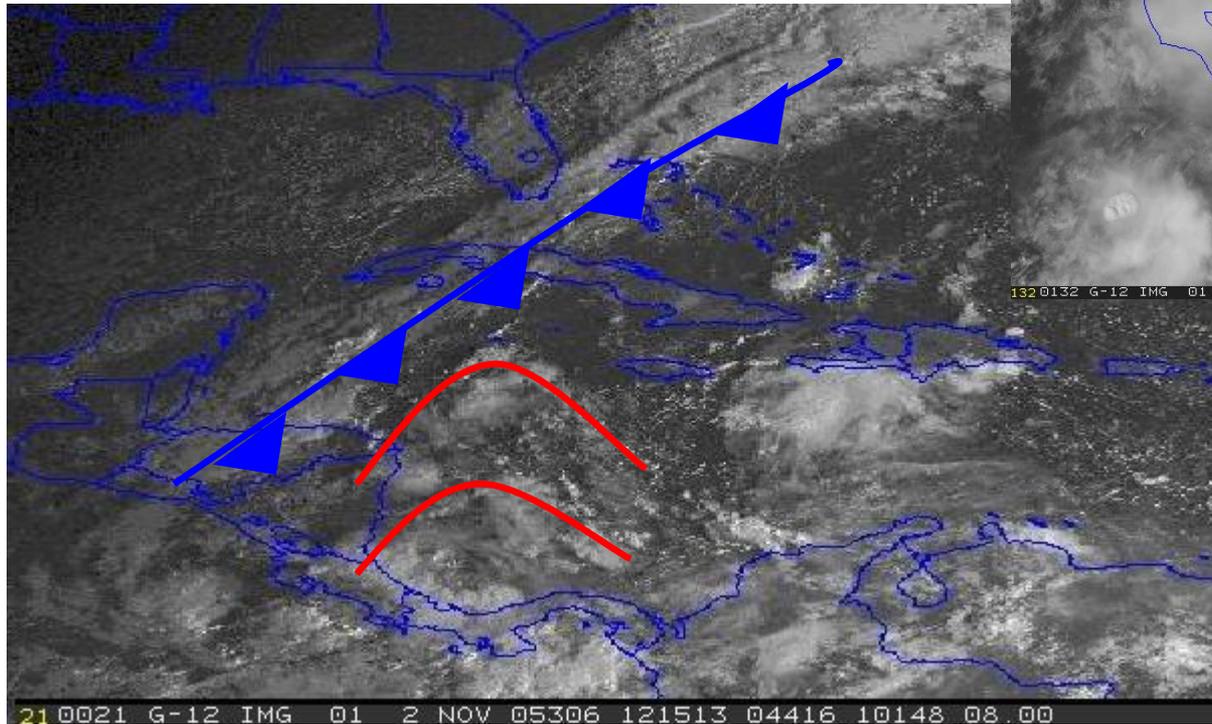
Efecto indirecto de un Huracán.



Tormenta tropical Alma 2008:

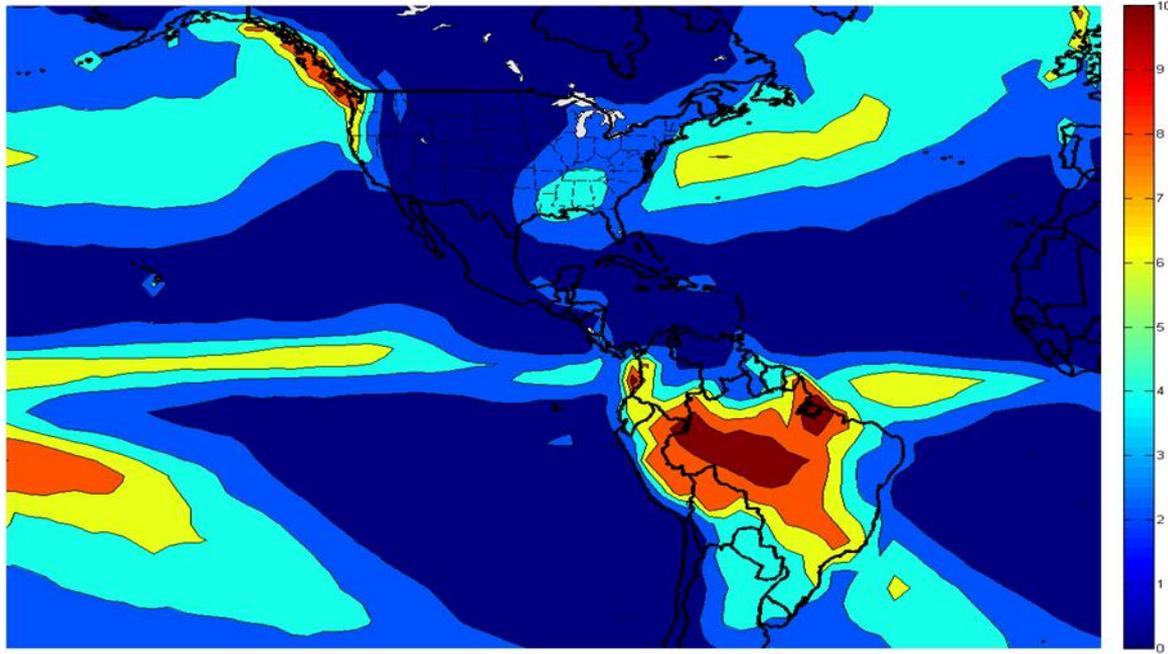


Frente Frío y una Onda tropical



Climatología 1979-2010

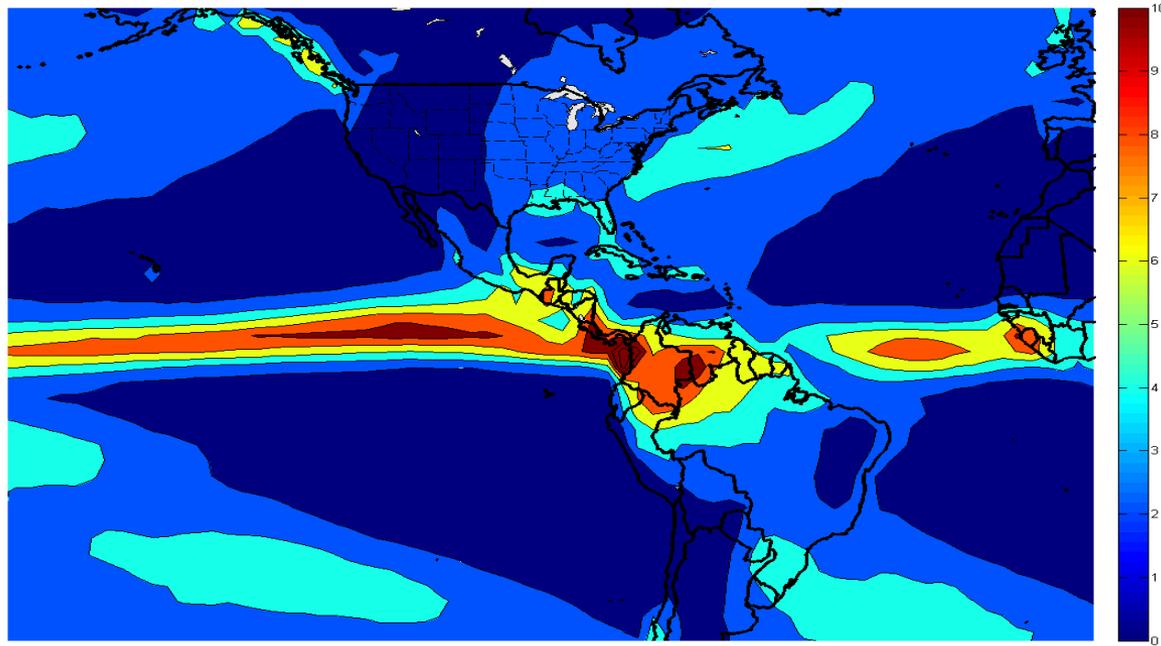
Datos de Lluvia GPCP



Época Seca (Diciembre –Marzo)

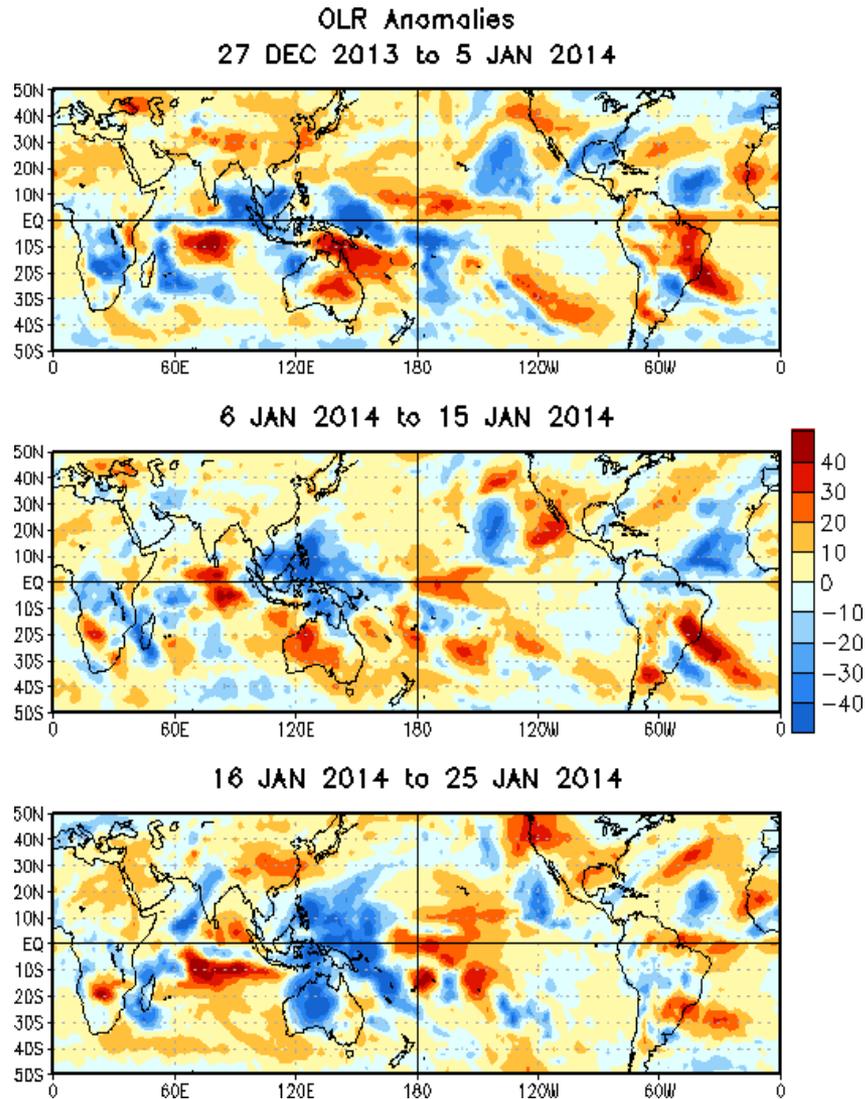
Climatología 1979-2010

Datos de Lluvia GPCP



Época Lluviosa (Abril-Noviembre)

Satellite / Outgoing Longwave Radiation (OLR)



- <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/intraseasonal/irtempanim.shtml>

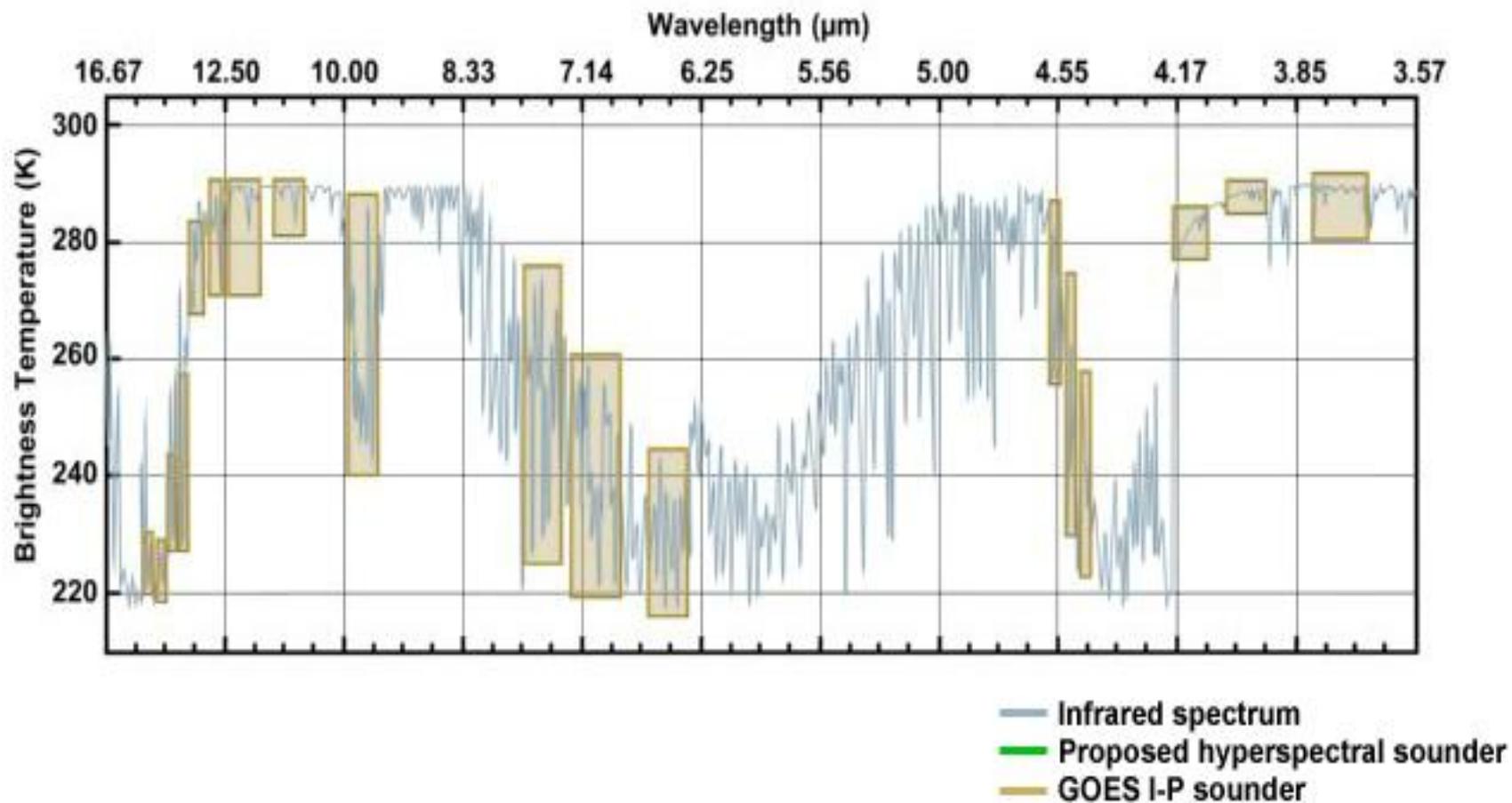
Parte B: Nueva Generación de satélites GOES-R



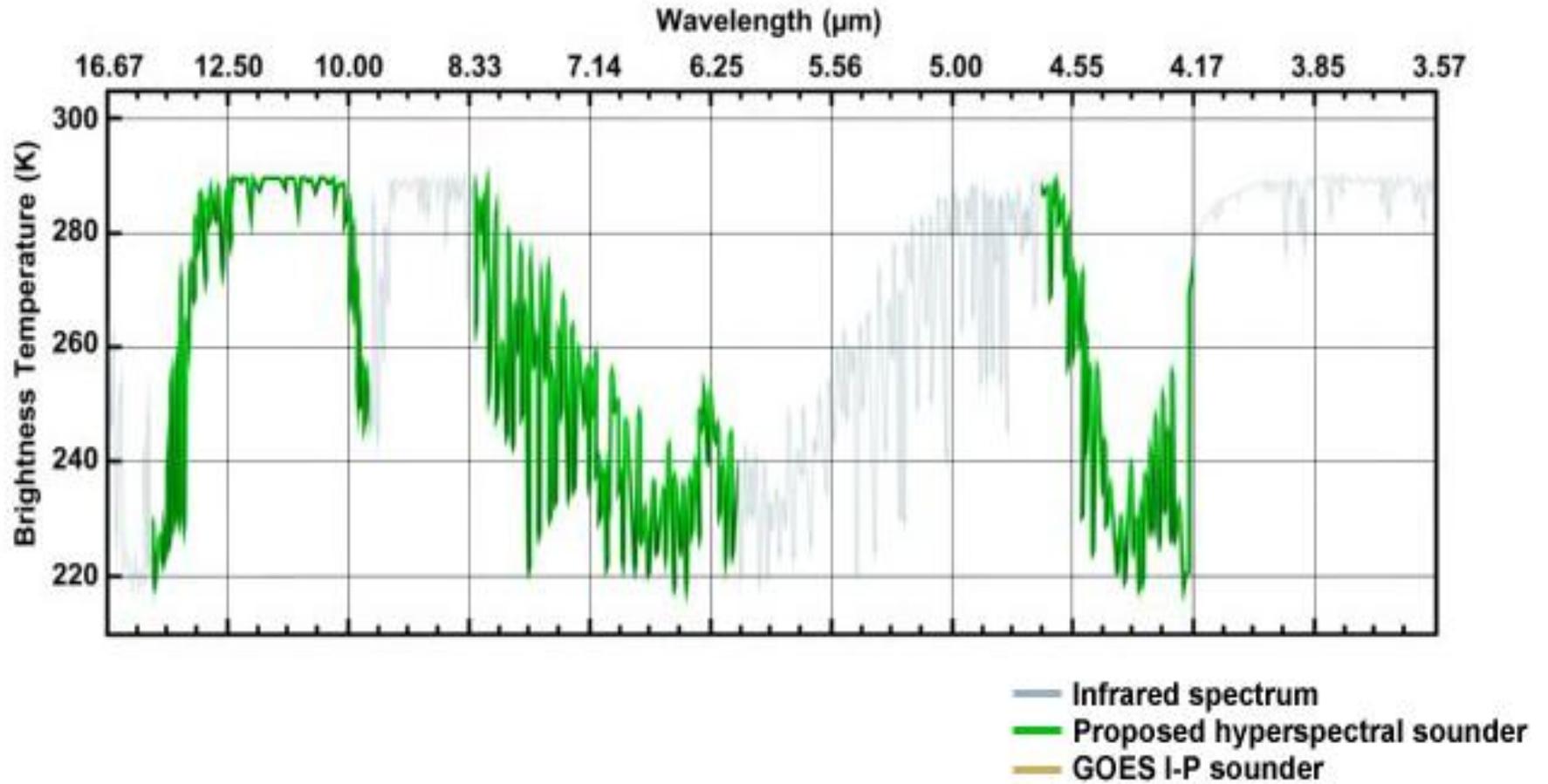
Trece áreas ambientales de aplicación :

Calidad del aire y visibilidad; clima; engelamiento en las nubes; incendios; huracanes; cubierta del suelo; rayos; niebla y nubes bajas; ambiente marino y costero; precipitación e inundaciones; tormentas severas y tornados o de polvo y arena; clima espacial; y volcanes.

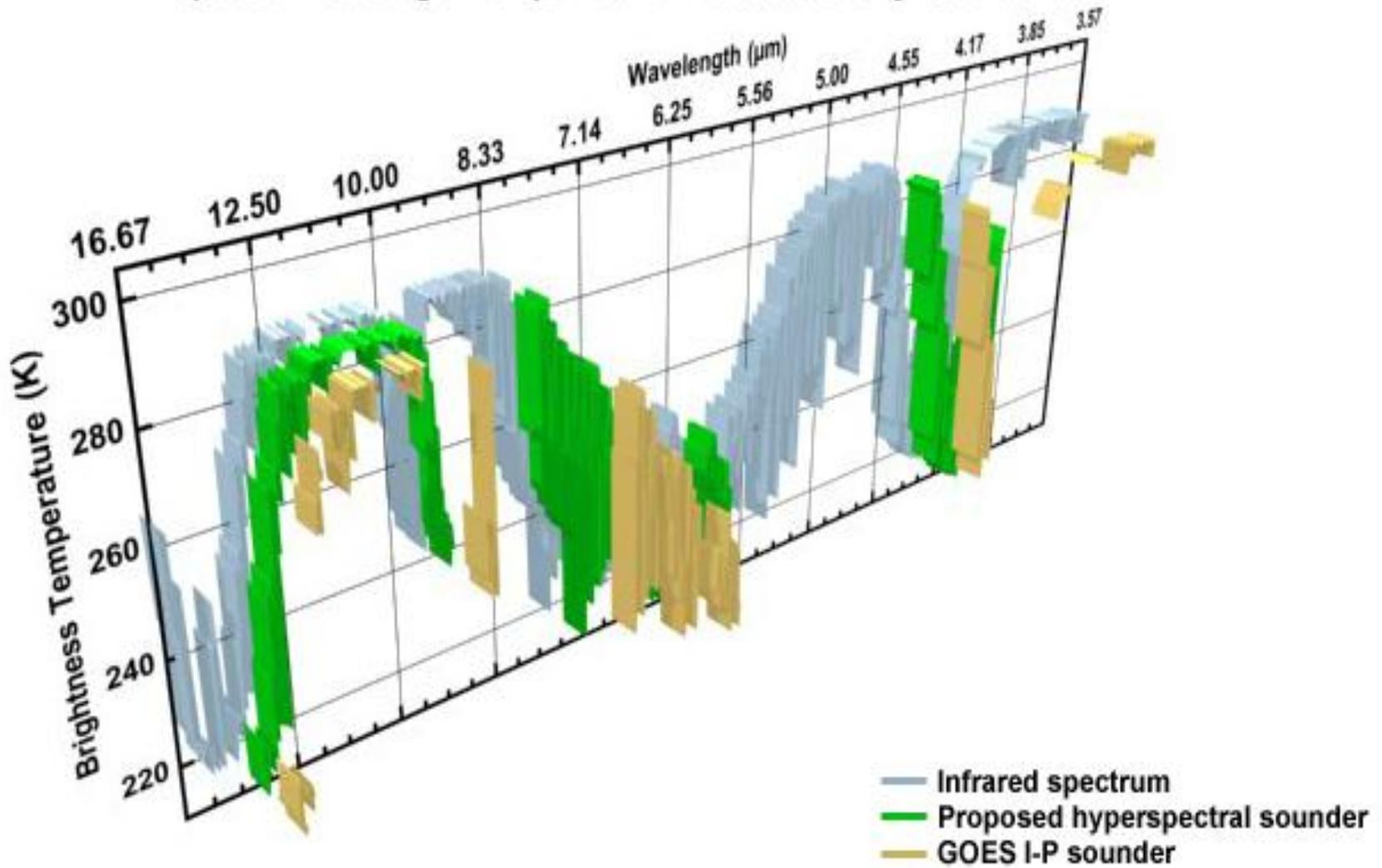
Spectral Coverage Comparison of Geostationary Sounders



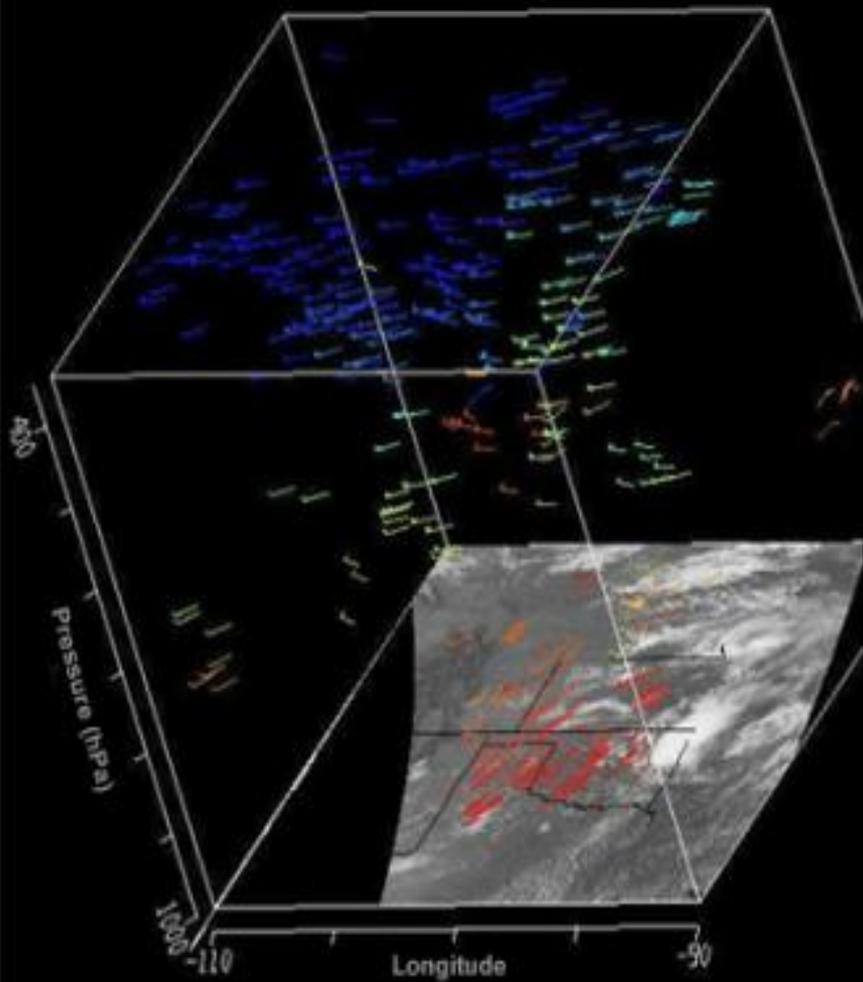
Spectral Coverage Comparison of Geostationary Sounders



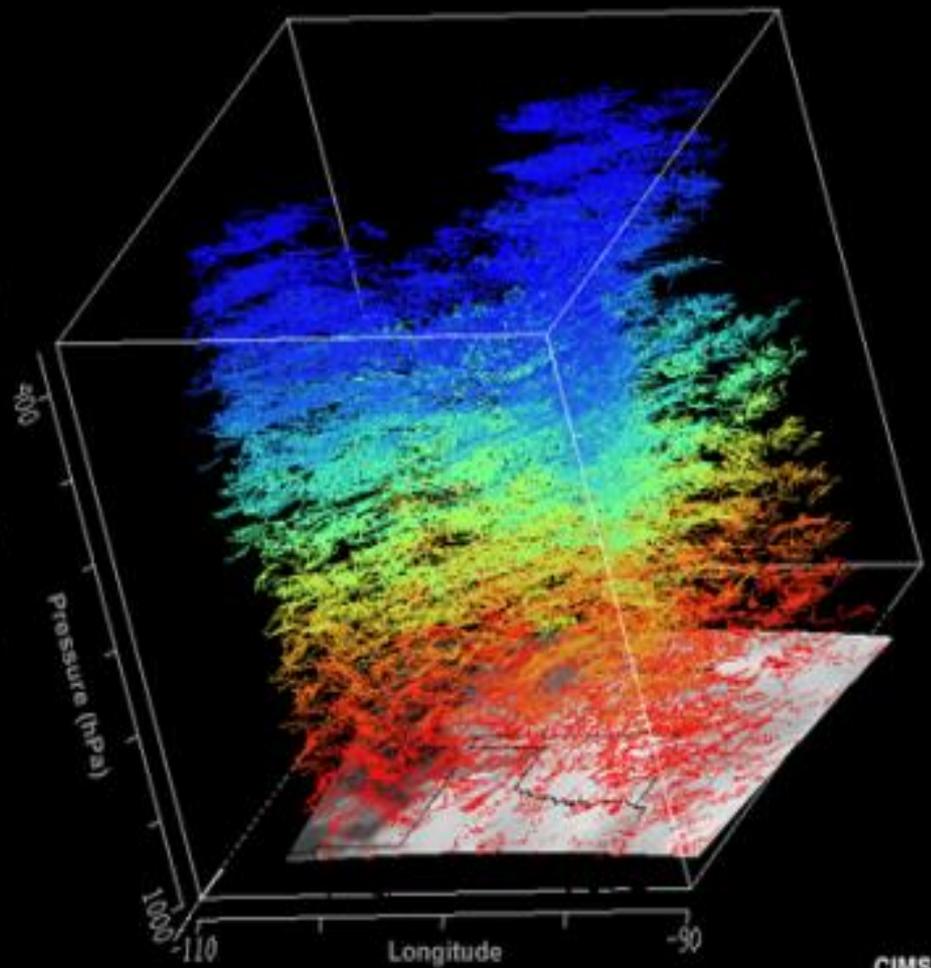
Spectral Coverage Comparison of Geostationary Sounders



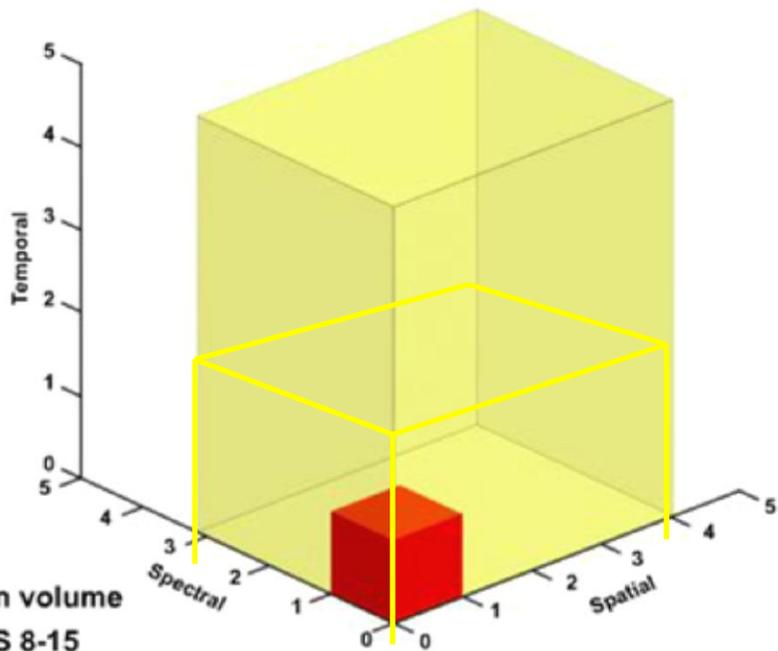
**GOES-8 Sounder Winds
1830 UTC 12 Jun 2002**



**Simulated High Spectral Resolution Sounder Winds
1830 UTC 12 Jun 2002**



Improved Attributes with the Future GOES Imagers

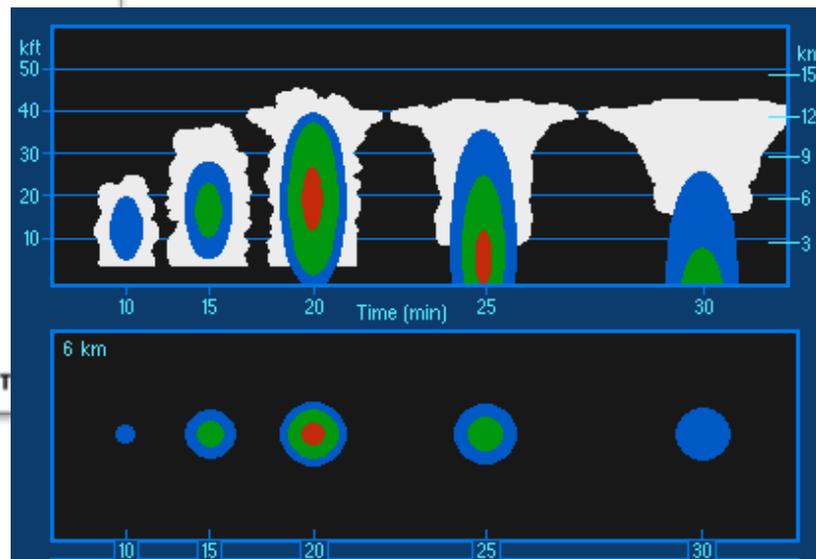
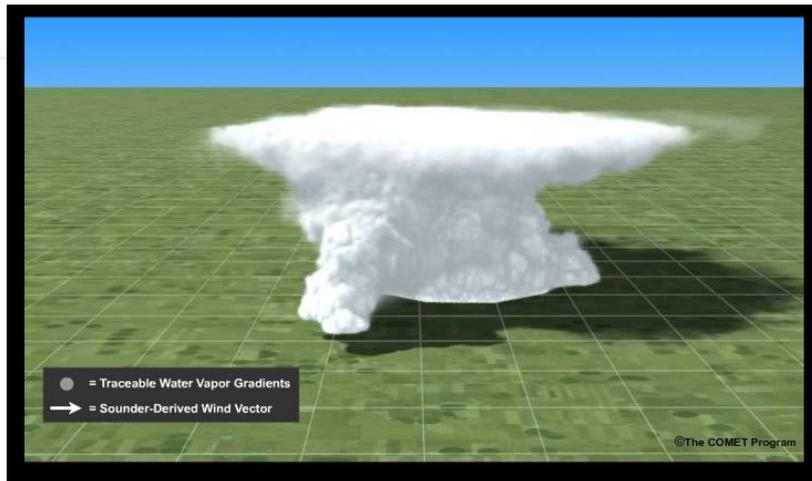


Information volume

GOES 8-15

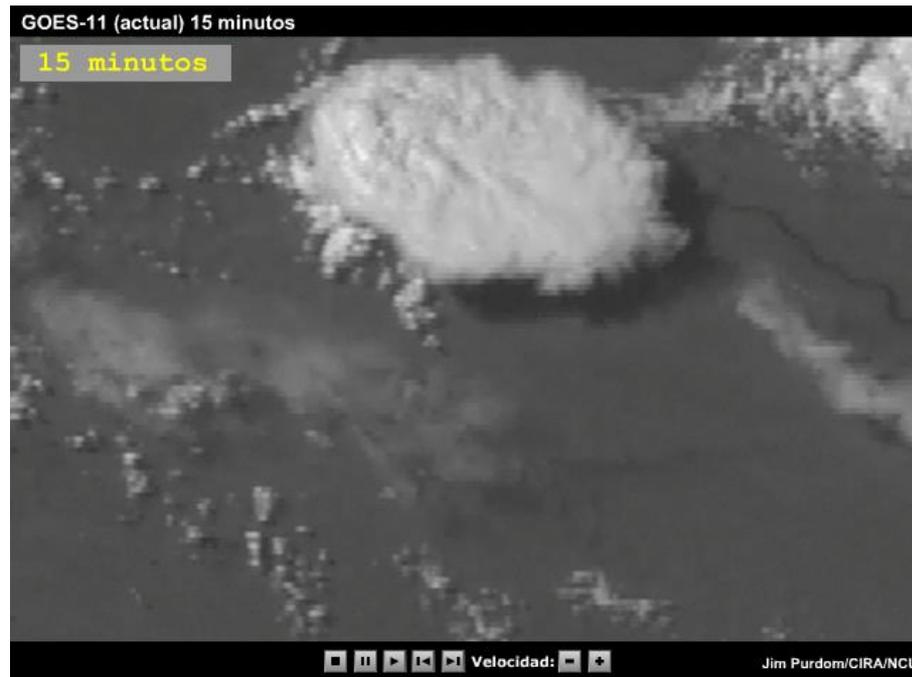
GOES-R

©The COMET

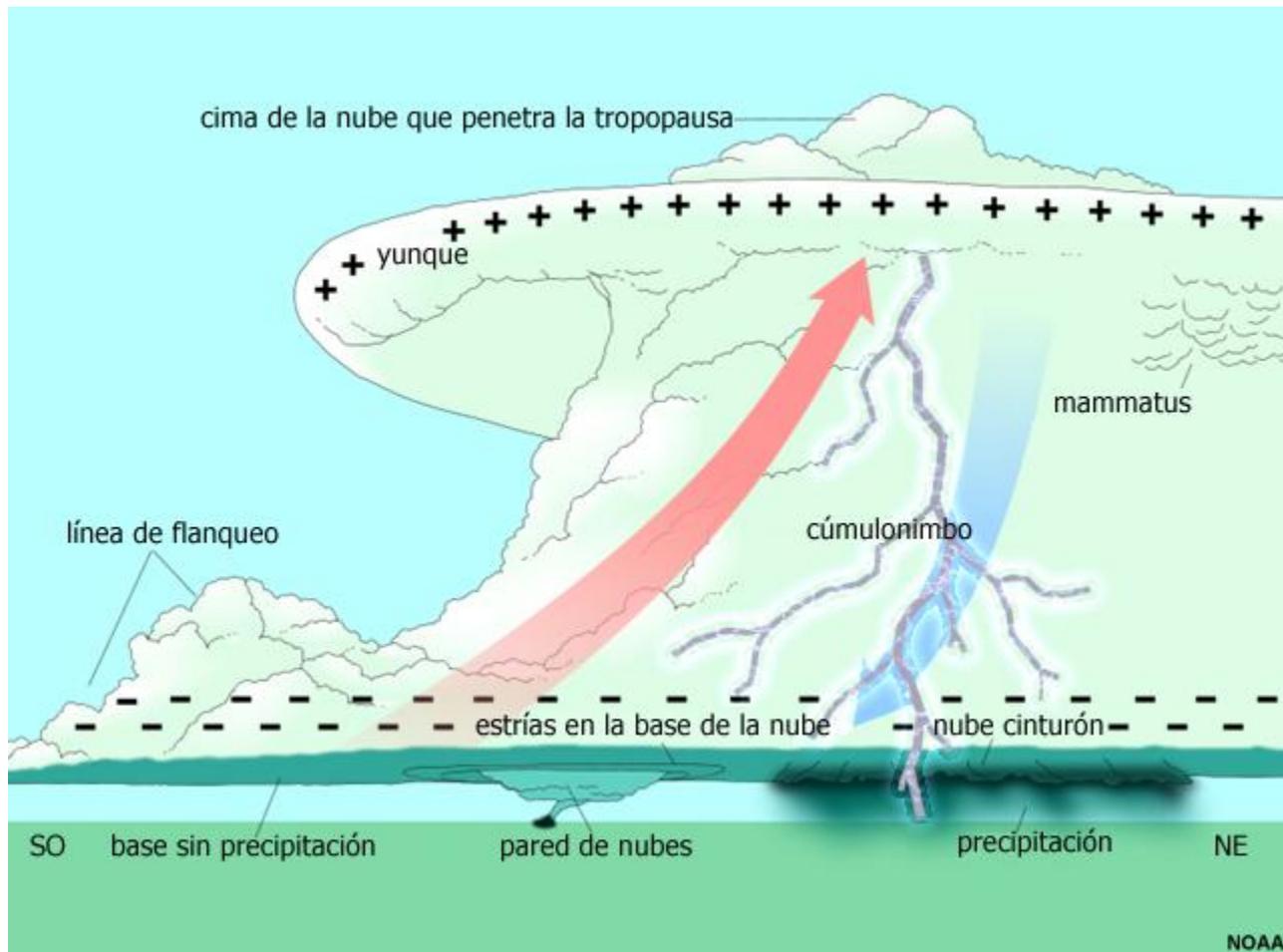


Capacidad y beneficios

Los satélites geoestacionarios (GOES) actuales generan información sobre la evolución de las tormentas convectivas aproximadamente cuatro veces por hora, un intervalo demasiado largo para poder capturar ciertos detalles del rápido desarrollo de las tormentas, como, por ejemplo, los cambios que ocurren en las nubes en relación con la formación del granizo. Además, el número relativamente bajo de canales limita la información cuantitativa que está disponible para analizar las tormentas.



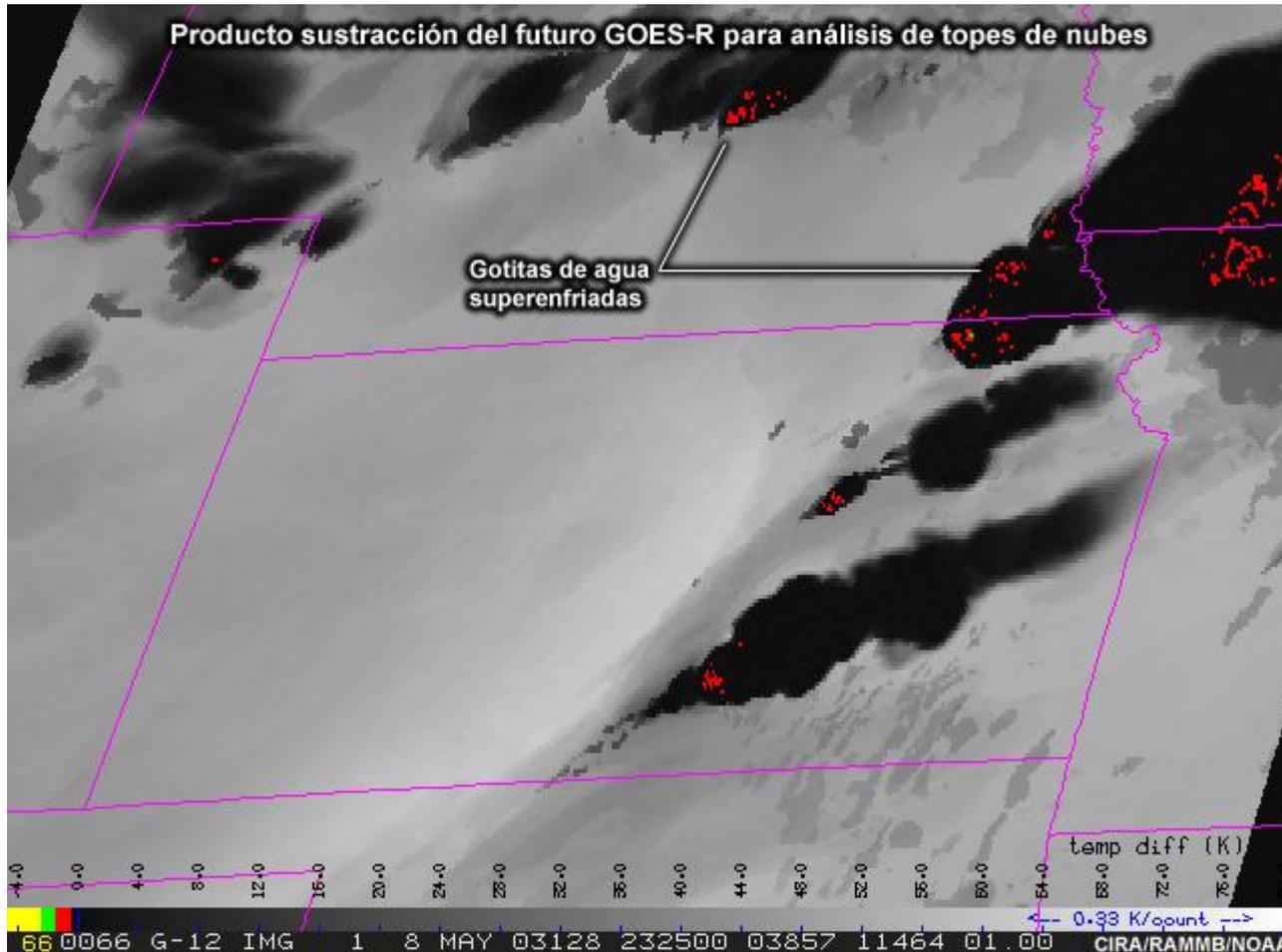
https://www.meted.ucar.edu/goes_r/envmon_es/media/flash/Temporal_Resolution_Current_GOES.swf



Gracias a la nueva capacidad de cuantificación de las características de los toques de las nubes y el espesor de las nubes, mejorará los pronósticos de condiciones de nubes bajas a corto plazo, incluidas las etapas de formación y disipación de la niebla.

Mejoras técnicas

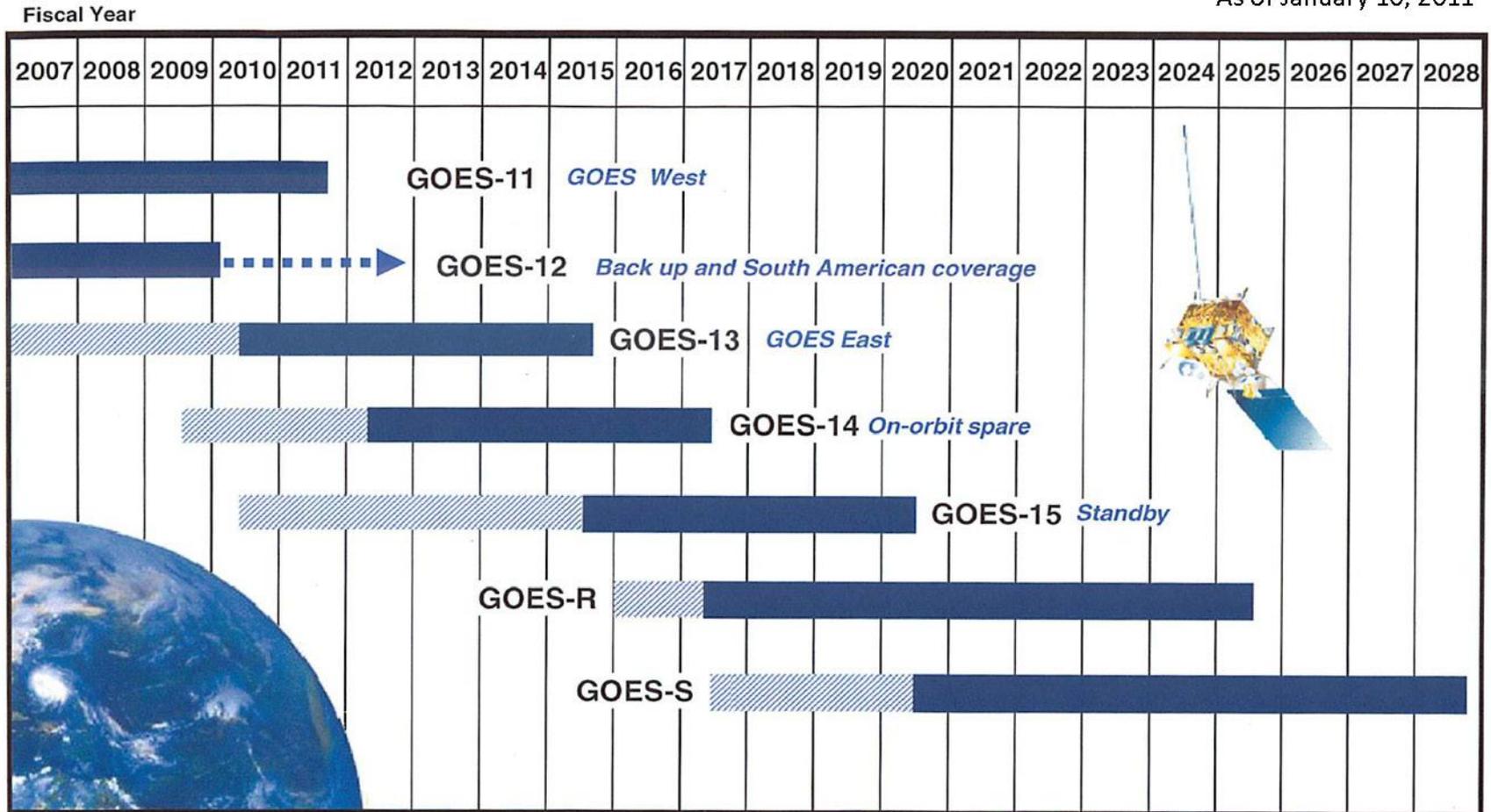
La mayor resolución espacial y frecuencia de actualización temporal del ABI nos permitirán observar con más detalle los precursores atmosféricos asociados con el inicio de la convección profunda. Esto permitirá vigilar las propiedades microfísicas y las tasas de enfriamiento de los topos de las nubes para evaluar el crecimiento de las tormentas convectivas, y su potencial severidad, incluso antes de que alcancen su máxima intensidad.

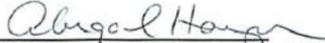


Satélites geoestacionarios (serie GOES)	Satélites en órbita polar (órbita terrestre baja)
Repite la cobertura en minutos (15 minutos o menos)	Repite la cobertura dos veces al día (cada 12 horas en las regiones tropicales y de latitudes medias, más frecuentemente en latitudes más altas)
Observa los procesos atmosféricos de escalas temporales más cortas (movimientos, evolución de sistemas meteorológicos, crecimiento y disipación de tormentas)	Observa los cambios que ocurren a plazos mayores (horas y días)
Disco terrestre completo (hemisferio occidental) cada 3 horas (GOES-R: 15 minutos) Vistas del territorio continental de EE.UU. (48 estados contiguos): cada 15 minutos (GOES-R: 5 minutos)	Cobertura mundial cada 12 horas
Mejores vistas: regiones tropicales y latitudes medias	Mejores vistas: polos
Ángulo de observación constante	Ángulo de observación variable
Cambios en la iluminación solar	Siempre la misma iluminación solar (órbita heliosincrónica)
Observación repetida de la misma región permite obtener un campo visual despejado para sondeos	Instrumentos de microondas ayudan a obtener sondeos en condiciones nubladas
Vientos atmosféricos (vapor de agua y movimiento de las nubes)	Vientos en la superficie oceánica, vientos atmosféricos (regiones polares: derivados del movimiento de las nubes)
Tendencias de precipitación a corto plazo	Estimaciones cuantitativas de la precipitación (los canales de microondas ayudan a observar el interior de las nubes)
Clima local y ciclo diurno	Patrones y ciclos climáticos mundiales
Información de tendencias para predicción numérica del tiempo	Temperatura y humedad vertical detallada en 3D para predicción numérica del tiempo
Canales visible, IR cercano e IR	Canales visible, IR cercano, IR y microondas
Canales visible, IR cercano e IR	Sondeos atmosféricos: se aproxima a una resolución vertical de 1 km con Metop y el futuro future NPP/NPOESS
Observación solar directa y observación directa del ambiente espacial	Observación directa del ambiente espacial

Continuity of GOES Operational Satellite Programs

As of January 10, 2011



Approved: 
Deputy Assistant Administrator
for Systems

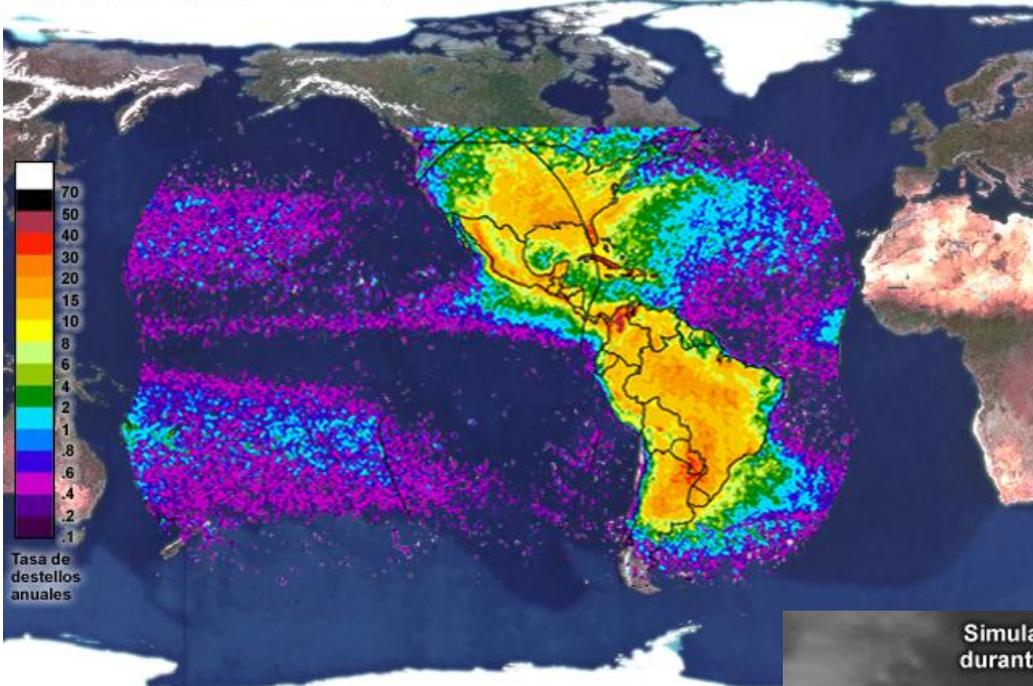
 Satellite is operational beyond design life
  On-orbit GOES storage
  Operational

Mejoras de una generación a la siguiente

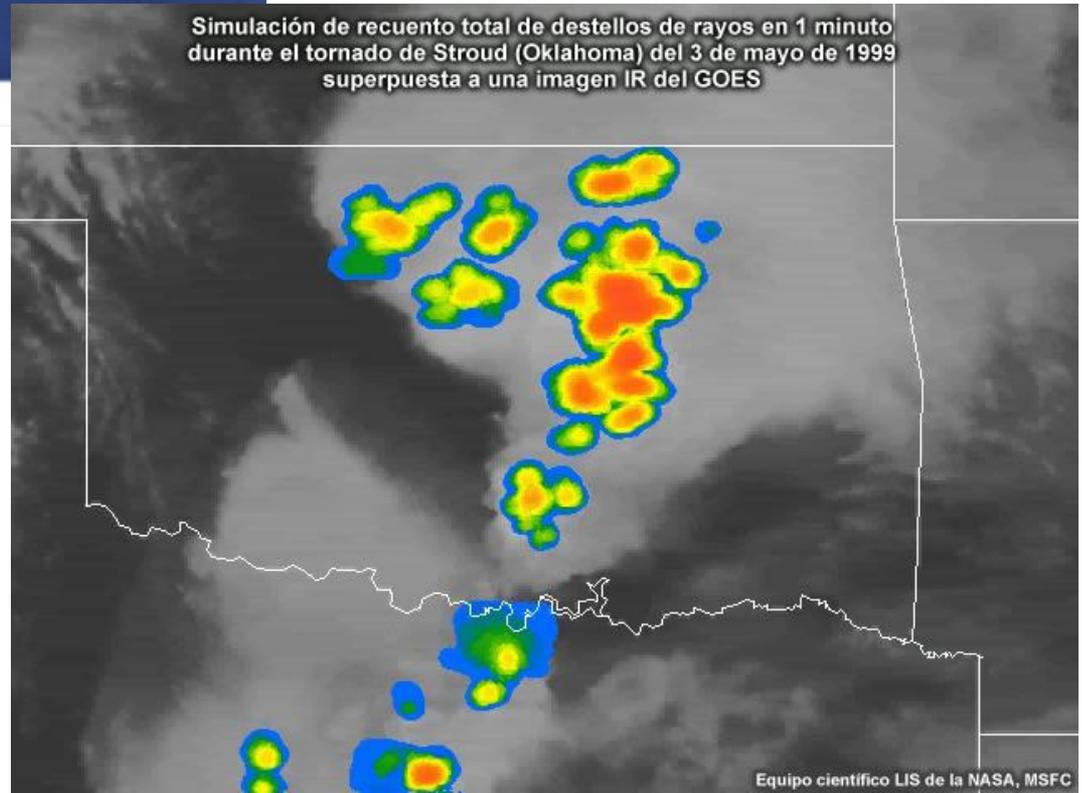
	GOES I-P	GOES-R
Full Disk Image	30 minutes	5 minutes
Imager bands	5	16
Visible	1 kilometer	0.5 kilometer
Near Infrared	N/A	1 kilometer
Infrared	4 kilometer	2 kilometer
Bit Depth	10 bits	12 bits – Visible, 14 bits Infrared
Raw Instrument Data	2.62 Mbps	~ 100 Mbps (ABI: ~60Mbps)
Space Weather	~100 kbps	3.5 - 4Mbps
Geostationary Lightning Mapper	N/A	7.5 Mbps
Telemetry	4 kbps	1, 4 & 32 kbps
Planned Data Outage	>300 hrs/yr	<2 hrs/year
GRB/GVAR	2 Mbps	31 Mbps
HRIT/EMWIN	LRIT: 128 kbps EMWIN: 19.2 kbps	400 kbps
DCS	233 simultaneous downlinks	466 simultaneous downlinks
SARSAT	36 dBm uplink power	32 dBm uplink power (<i>will be able to detect emergency beacons with weaker signals</i>)

	Generador de imágenes actual del GOES	Generador de imágenes futuro del GOES-R (ABI)	Observaciones
Cobertura espectral	5 bandas • 1 visible • 0 IR cercano • 4 IR	16 bandas • 2 visible • 4 IR cercano • 10 IR	ABI: cobertura espectral 3.2 veces mayor • Nubes y aerosoles de día, vientos derivados del movimiento de las nubes, cubierta de nieve y hielo, vegetación, zonas quemadas, otras estructuras de superficie durante el día • Cirros durante el día, fase de las nubes y tamaño de las partículas, nubes bajas y niebla, aerosoles, vegetación, cubierta de nieve y hielo, otras propiedades del suelo • Superficie y nubes, niebla por la noche, vientos, lluvia, incendios, polvo, cenizas, vapor de agua, altura y cantidad de nubes, ozono, SO ₂ , temperatura de la superficie del mar (TSM)
Resolución espacial • Canal visible de 0.64 μm • Otro canal visible/IR cercano • IR (>2 μm)	~ 1 km No disponible ~ 4 a 8 km	0.5 km 1 km 2 km	ABI: resolución espacial 4 veces mayor Resolución en el punto subsatélite sobre el ecuador
Cobertura • Disco terrestre completo • 48 estados del territorio continental de EE.UU. • Mesoescala (~1000 x 1000 km)	Cada 3 horas ~ 15 minutos No disponible	Cada 15 minutos Cada 5 minutos Cada 30 segundos	ABI: velocidad de barrido 5 veces mayor Cobertura simultánea en los distintos modos de barrido

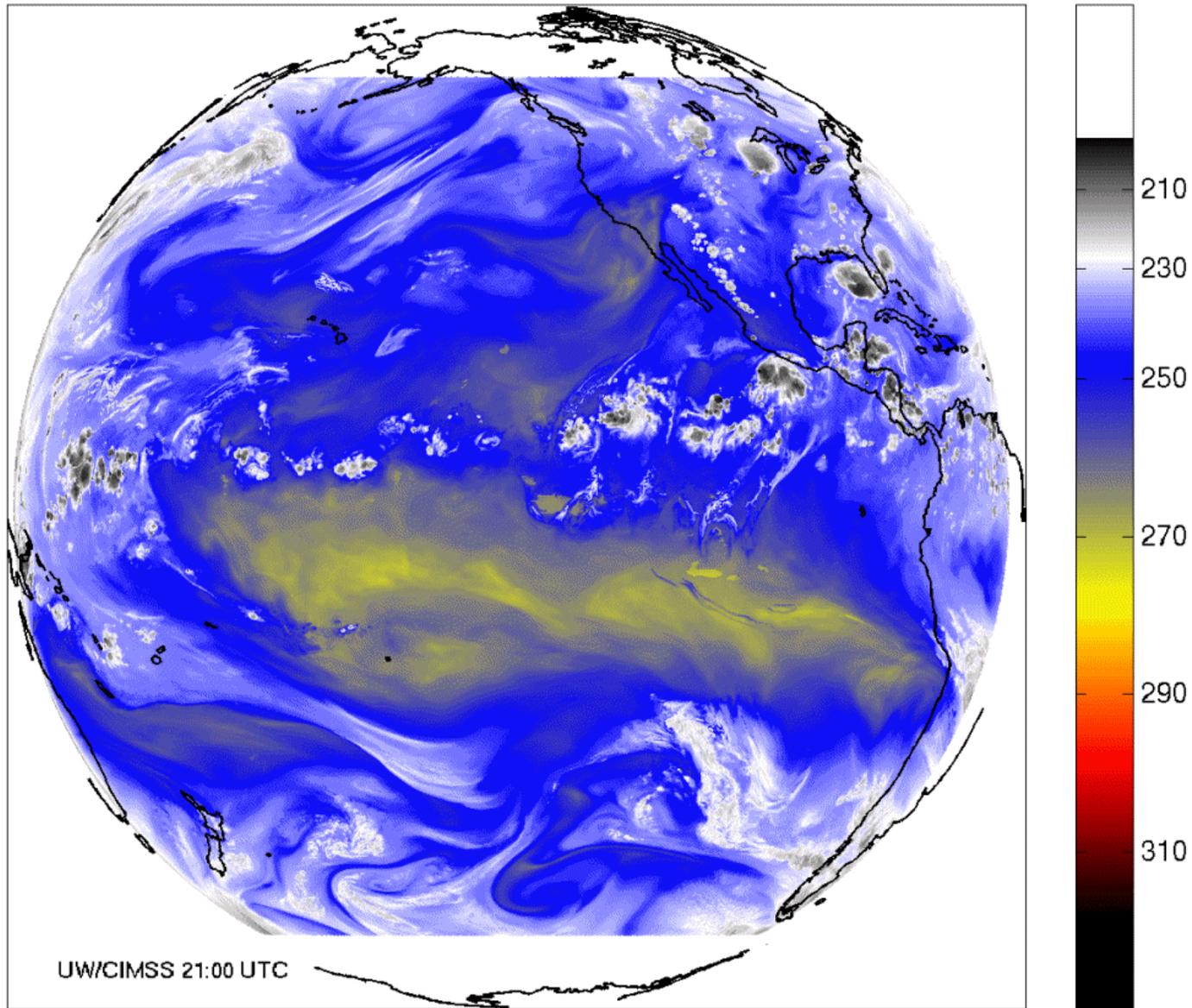
Cobertura de rayos del instrumento GLM de los satélites GOES-R Este y Oeste



Simulación de recuento total de destellos de rayos en 1 minuto durante el tornado de Stroud (Oklahoma) del 3 de mayo de 1999 superpuesta a una imagen IR del GOES

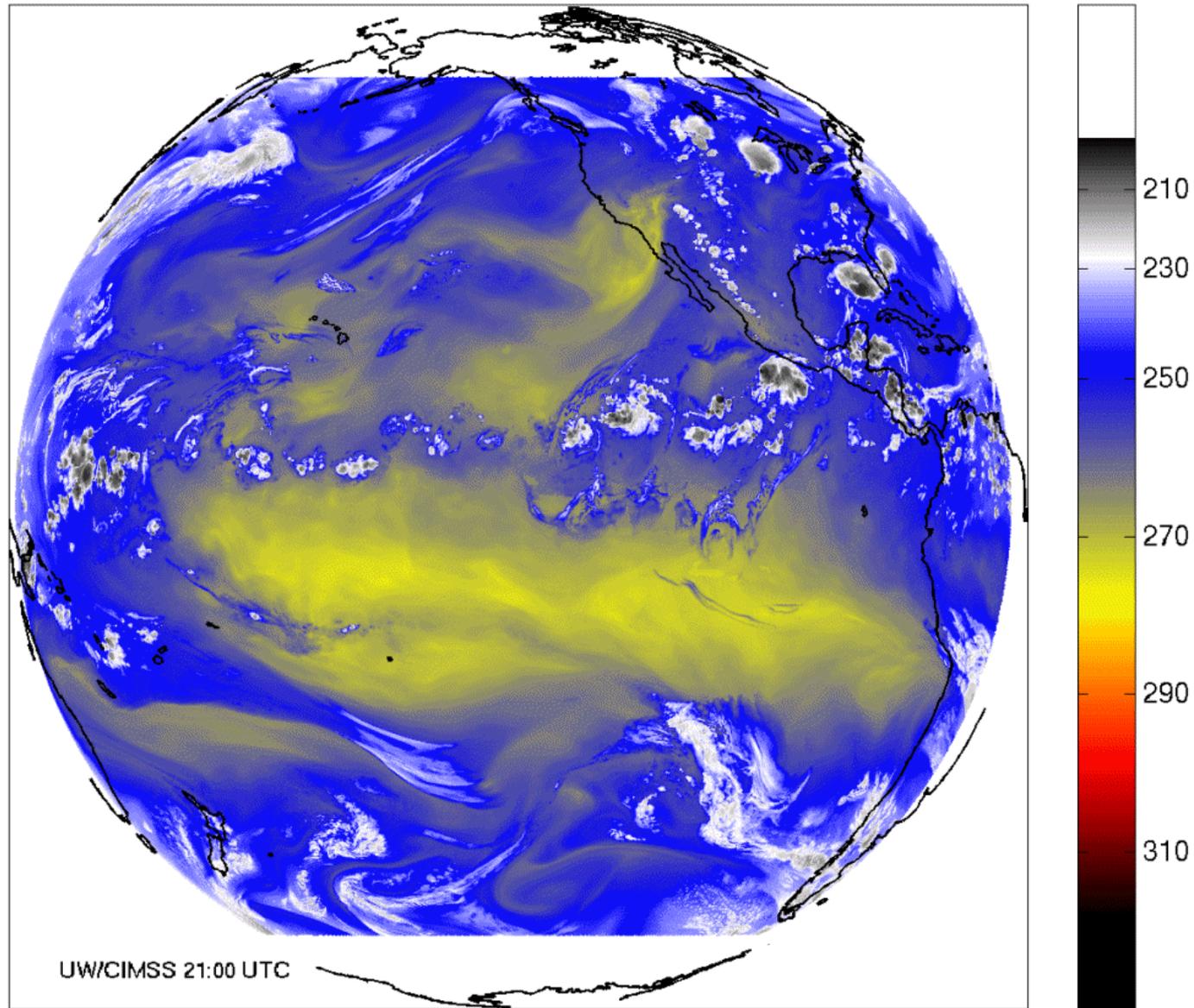


ABI band 9 (6.95 μm) BT (K) 2008-06-26



Band 9: Upper/mid-level tropospheric water vapor band

ABI band 10 (7.34 μm) BT (K) 2008-06-26

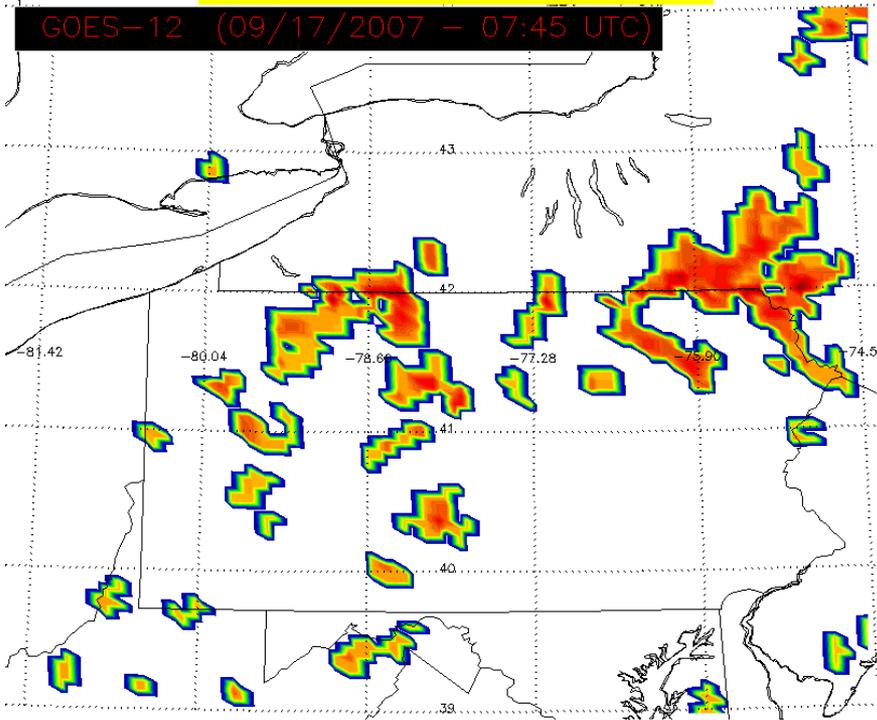


Band 10: Lower mid-level tropospheric water vapor band

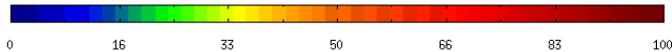
The GOES-R Fog Product

GOES

GOES-12 (09/17/2007 - 07:45 UTC)

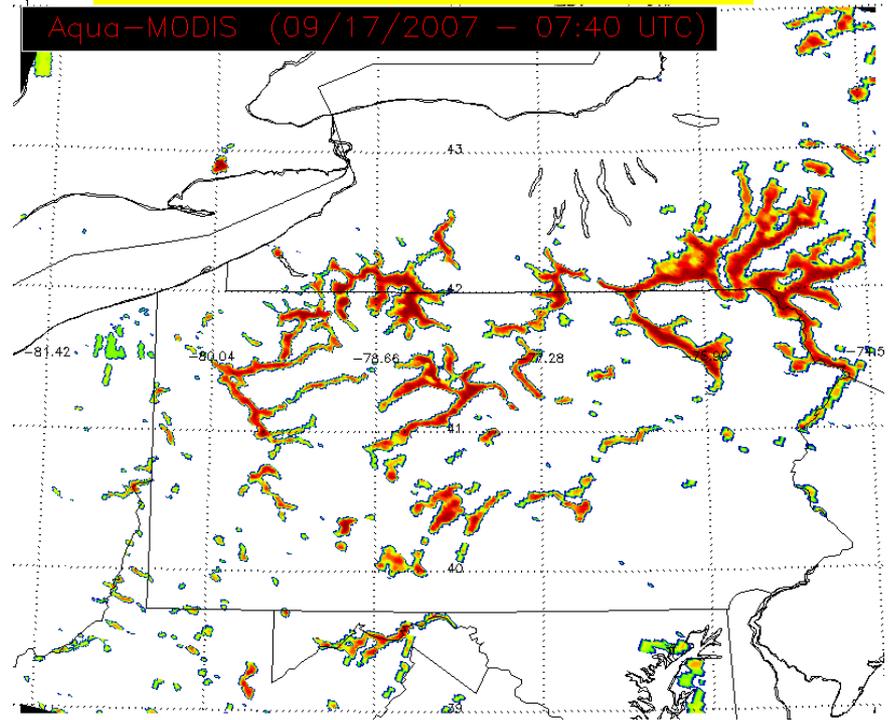


Fog Probability [%]

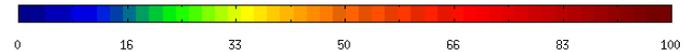


GOES-R

Aqua-MODIS (09/17/2007 - 07:40 UTC)

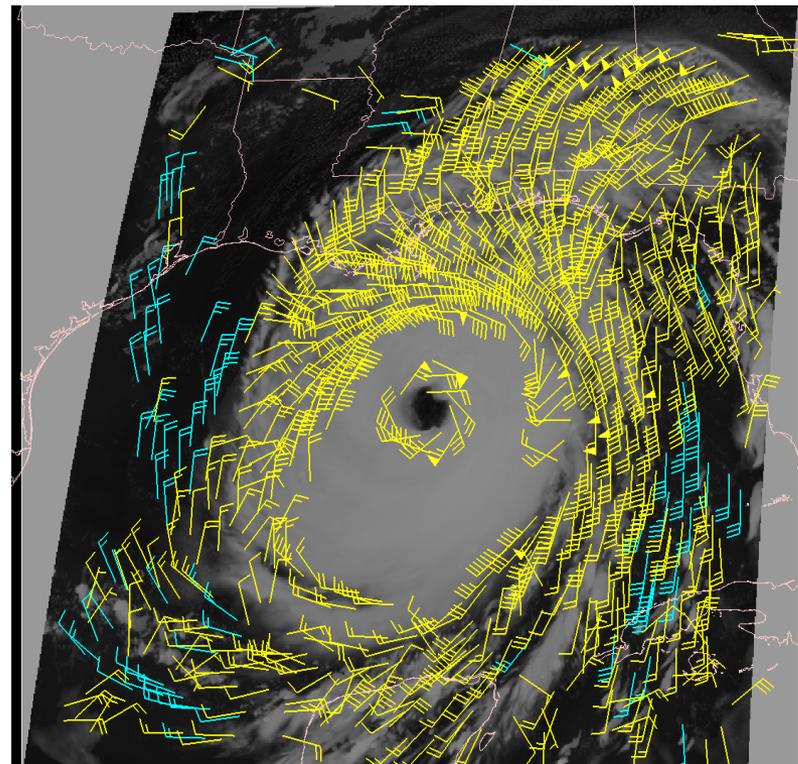
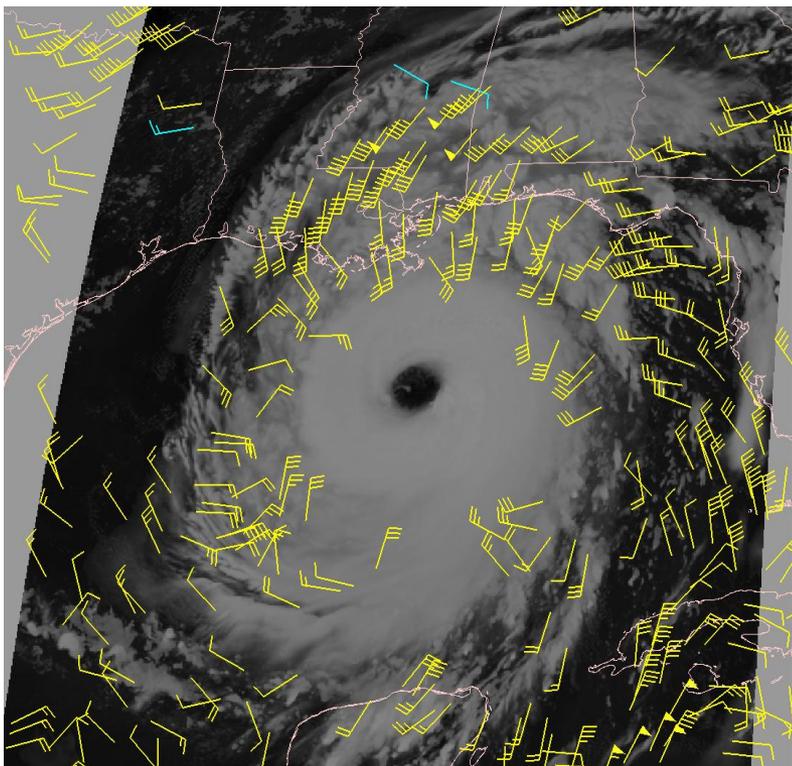


Fog Probability [%]



GOES-R Atmospheric Motion Vectors

Product Example: Hurricane Katrina

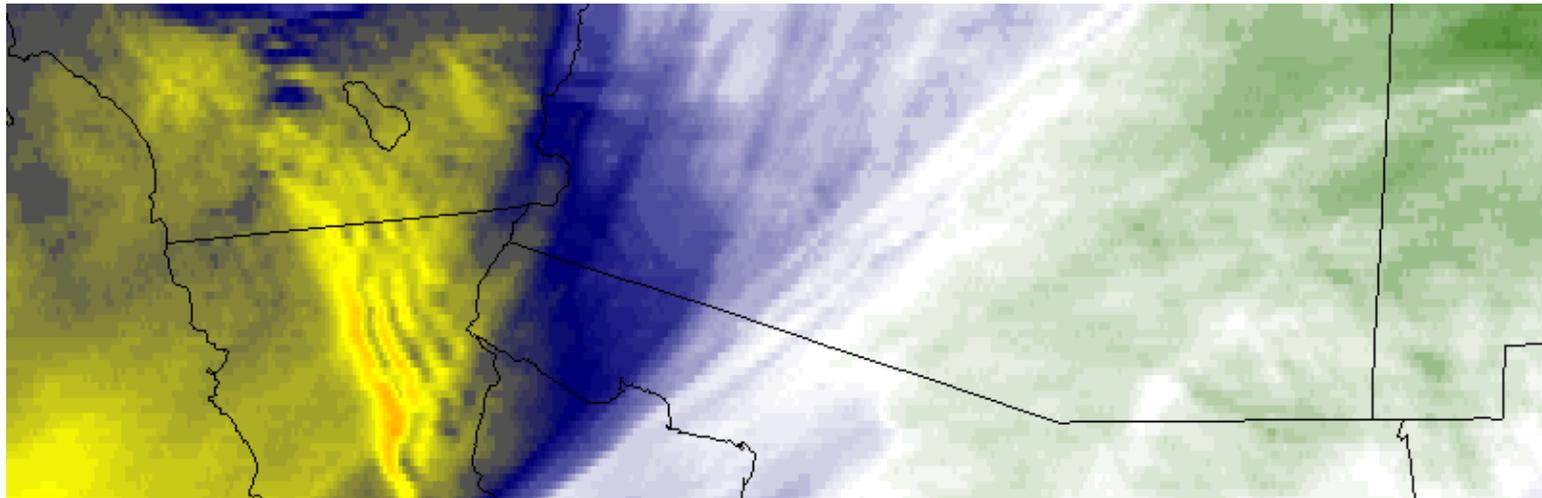


Low-mid level vectors - cyan Upper-level vectors - yellow

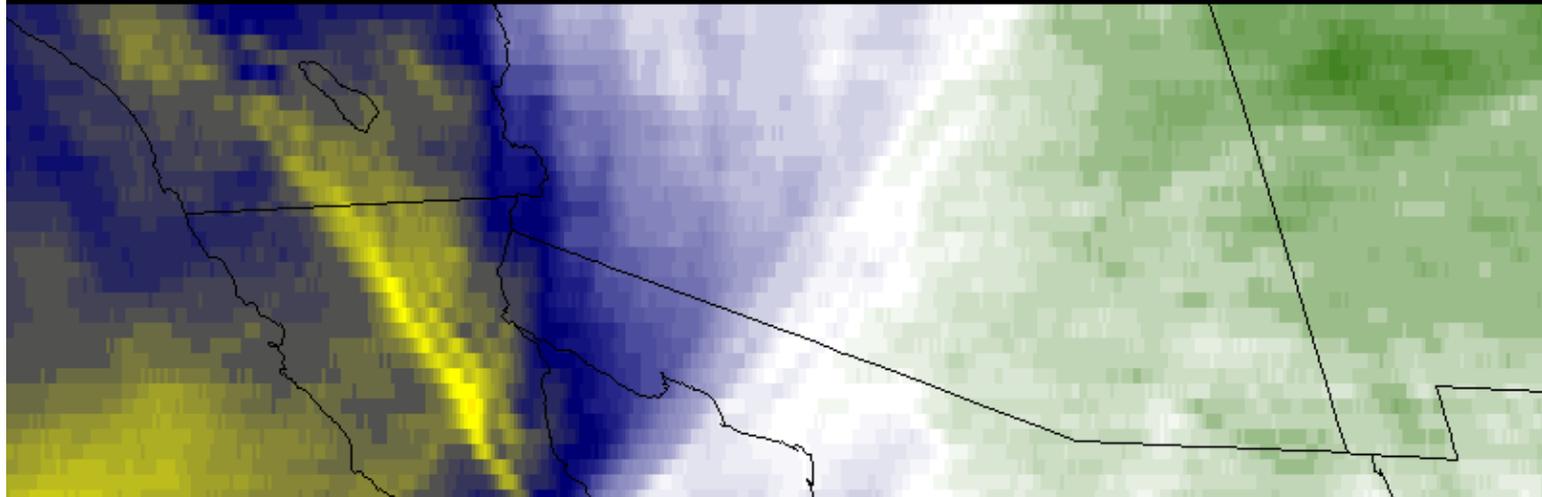
IR AMVs derived from current GOES-12
4km resolution; 15-minute time step

IR AMVs derived from WRF model images
using simulated future GOES-R radiances
2 km resolution; 5-minute time step

“4km” “water vapor” Imager

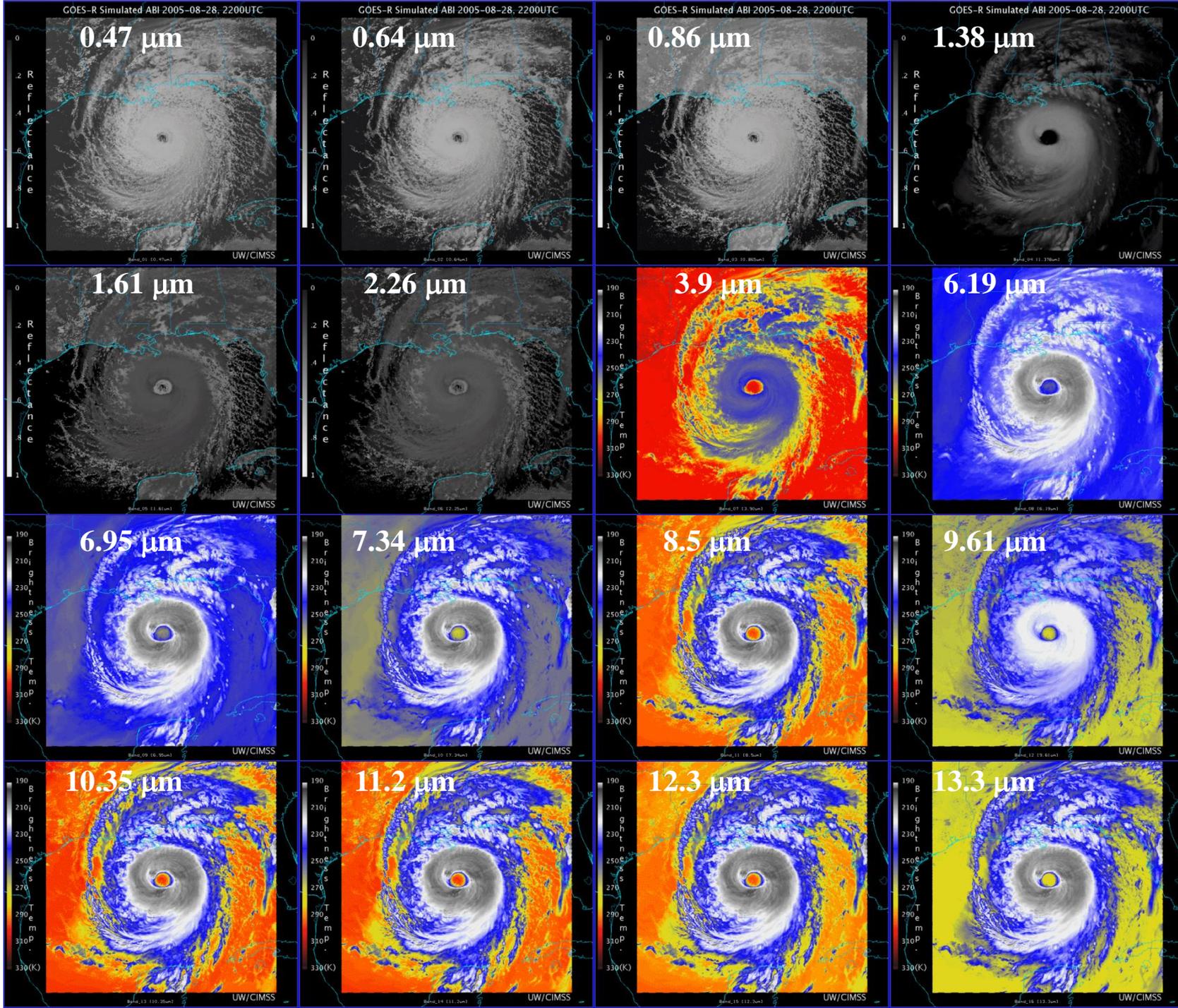


GOES-14 IMAGER - WV 6.5 (CHANNEL 03) - 15:00 UTC 22 DECEMBER 2009 - CIMSS



GOES-11 IMAGER - WV 6.7 (CHANNEL 03) - 15:00 UTC 22 DECEMBER 2009 - CIMSS

AWG Proxy ABI Simulations of Hurricane Katrina



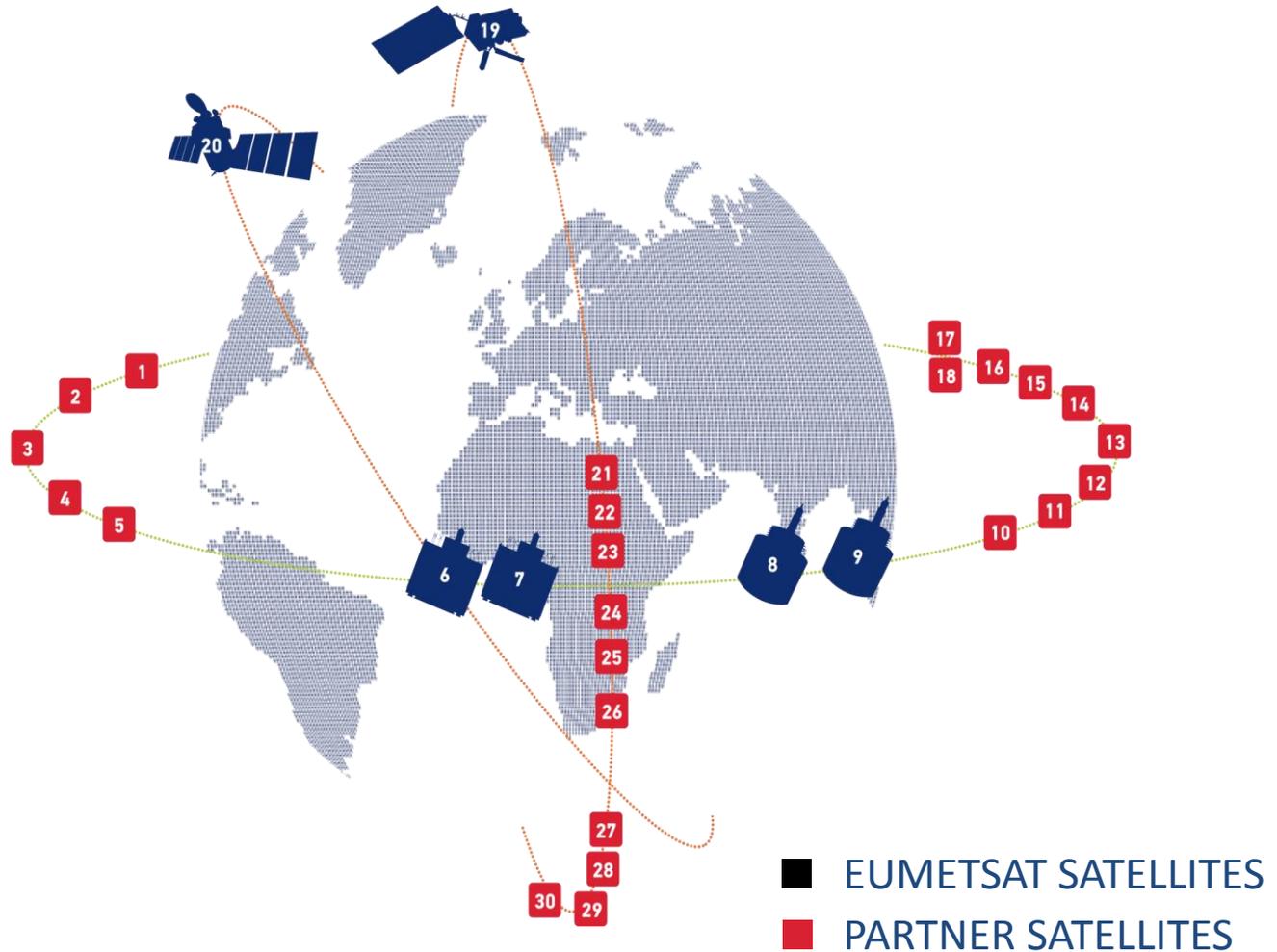
Global meteorological satellite system

GEOSTATIONARY

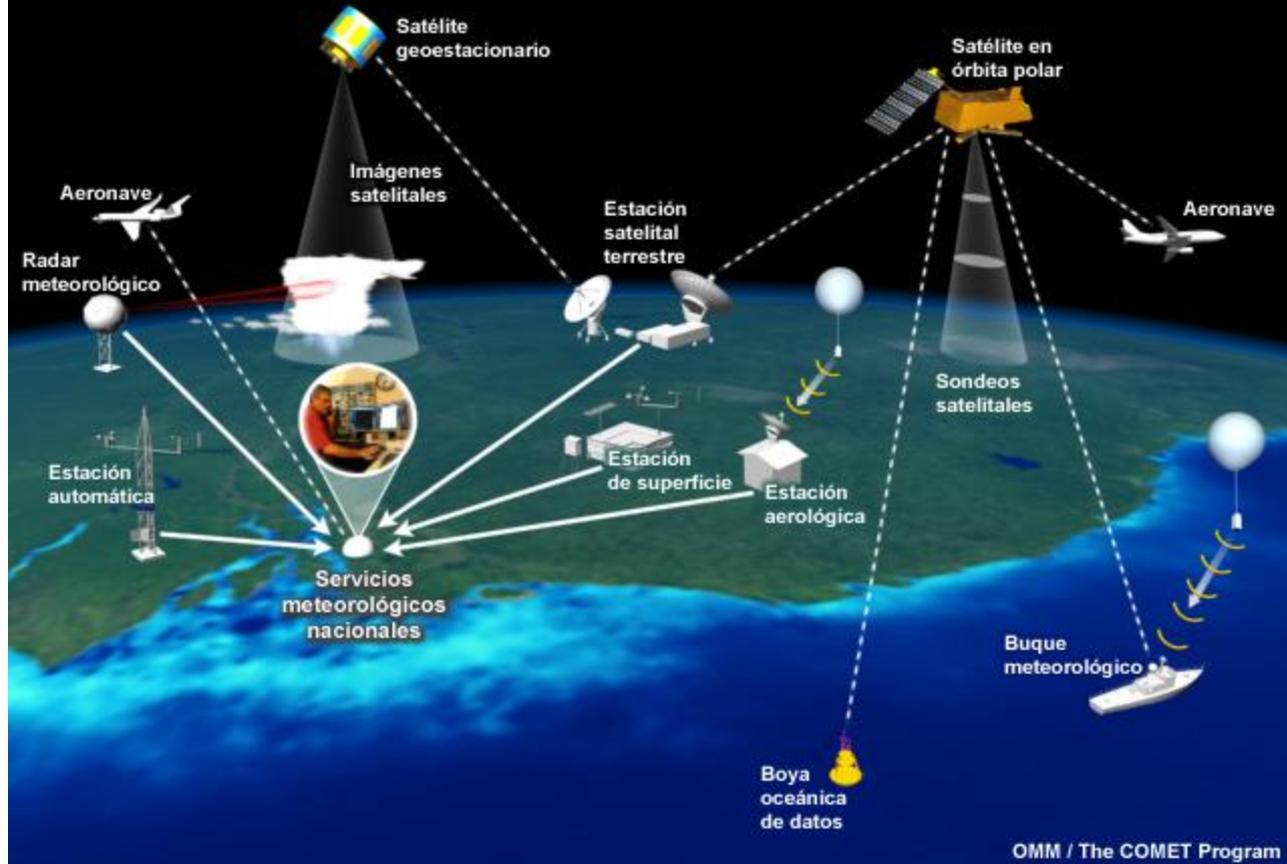
- 1-5 GOES-11, -12, -13, -14, -15 (USA)
- 6 METEOSAT-9 (EUMETSAT) 0°Longitude
- 7 METEOSAT-8 (EUMETSAT) 9.5°E
- 8 METEOSAT-7 (EUMETSAT) 57.5°E
- 9 METEOSAT-6 (EUMETSAT) 67.5°E
- 10 GOMS-2 (RUSSIA)
- 11 KALPANA-1 (INDIA)
- 12 FY-2D (CHINA)
- 13 INSAT-3A (INDIA)
- 14 FY-2E (CHINA)
- 15 FY-2C (CHINA)
- 16 COMS (SOUTH KOREA)
- 17 MTSAT-1R (JAPAN)
- 18 MTSAT-2 (JAPAN)

LOW EARTH ORBIT

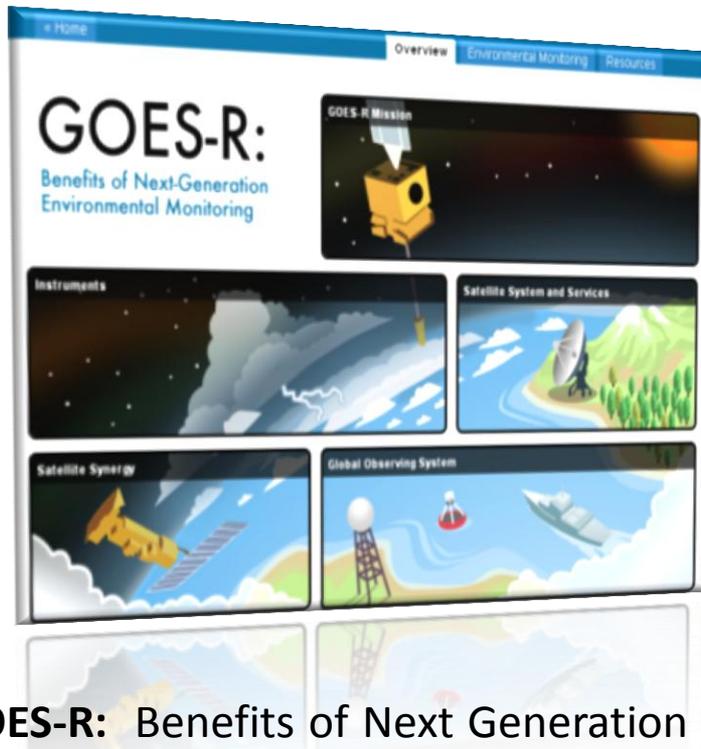
- 19 METOP-A (EUMETSAT)
- 20 JASON-2 (USA, EUROPE)
- 21-25 NOAA-15, -16, -17, -18, -19 (USA)
- 26 FY-1D (CHINA)
- 27 FY-3A (CHINA)
- 28-29 OCEANSAT-1, -2 (INDIA)
- 27-30 METEOR-M N1 (RUSSIA)



Sistema Mundial de Observación de la OMM



Módulos para estudio:



GOES-R: Benefits of Next Generation Environmental Monitoring - Includes an overview of the mission, instruments, system and services, satellite synergy, the role of GOES-R in the Global Observing System as well an environmental monitoring section that addresses the benefits of GOES-R and the ability to monitor 13 unique hazards and phenomena.

GOES-R 101: Targeted for Forecasters and anyone else interested in basic aspects of GOES-R

Online modulos de entrenamiento recomendados:

- http://meted.ucar.edu/goes_r/envmon/
- <http://cimss.ssec.wisc.edu/satmet/>
- <http://rammb.cira.colostate.edu/visit/video/goesr101/player.html>
- http://rammb.cira.colostate.edu/training/shymet/forecaster_intro.asp
- **[Introducción a la meteorología tropical, versión 2, Capítulo 2: Aplicaciones de percepción remota en los trópicos](https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=885)**: https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=885
- **[Introducción a la meteorología tropical, versión 2, Capítulo 5: Distribución de la humedad y precipitación](https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=887)**
- https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=887
- **Meteorología satelital: Selección de canales del GOES, vers. 2:**
https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=982