

# ARSET

Applied Remote Sensing Training

<http://arset.gsfc.nasa.gov>

 @NASAARSET

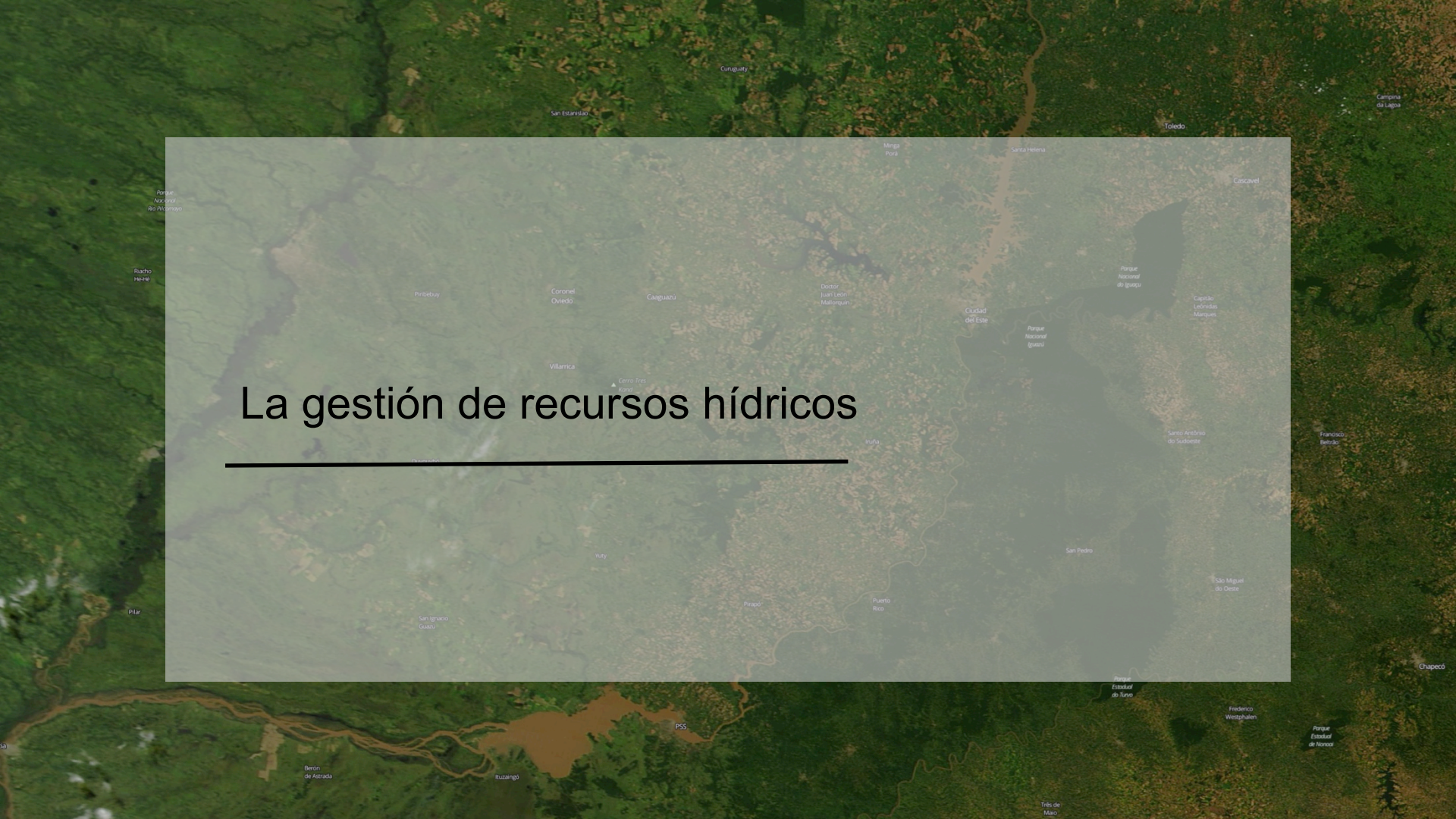
---

## Satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA para la gestión de recursos hídricos

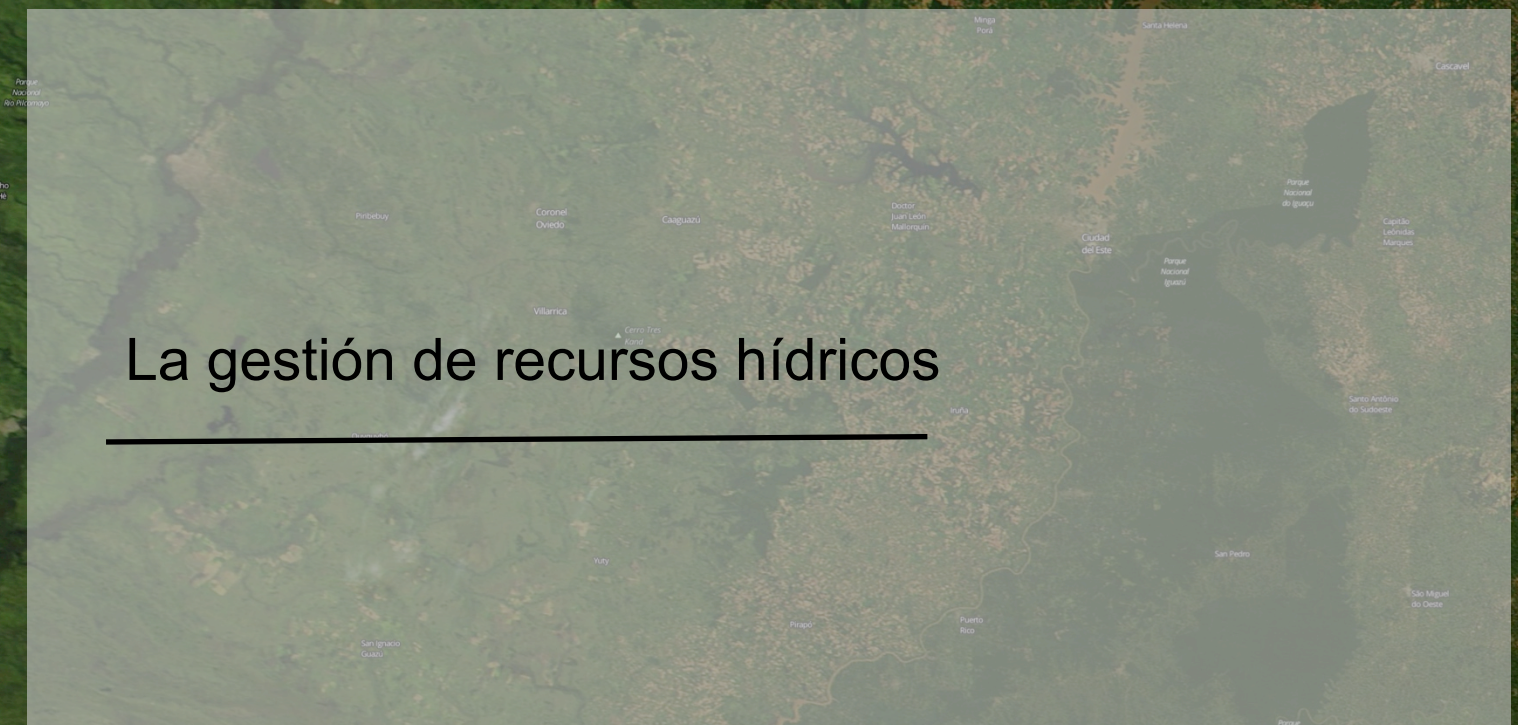
---

# Resumen

- La gestión de recursos hídricos
- Panorama de los satélites y modelos de la ciencia terrestre para la gestión de recursos hídricos
- Satélites y sensores
- Modelos de sistemas terrestres
- Aplicaciones de datos

An aerial photograph of a region in Colombia, showing a dense network of rivers and green forest. A semi-transparent grey overlay covers the central part of the image. Overlaid on this is a map with various place names and geographical markers. A thick black horizontal line is positioned below the main title.

# La gestión de recursos hídricos





# La gestión de recursos hídricos

- Para una gestión hidrológica sostenible, es crítico tener estimaciones exactas de los componentes del ciclo hidrológico





# Gestión de recursos hídricos

## Componentes del agua dulce

Sobre una cuenca hidrológica, fluvial, o una región:

- La precipitación (lluvia, nieve) es la fuente principal de agua dulce
  - A nivel regional, el flujo torrencial, los lagos, la humedad del suelo, y las aguas subterráneas también contribuyen a la disponibilidad de agua dulce
  - La evaporación y la evapo-transpiración a través de la pérdida de agua dulce a la atmósfera y la fuga de la escorrentía contribuyen al agotamiento del agua dulce disponible
- La disponibilidad de agua dulce superficial,  $W$ , se controla mayormente de la siguiente manera:
  - $W = (\text{Precipitación} + \text{escorrentía en la región}) - (\text{Evaporación/Evapotranspiración} + \text{fuga de escorrentía} + \text{infiltración})$

## Información acerca del agua dulce

- No todos los componentes del ciclo hídrológico son fáciles de medir directamente, por ejemplo:
  - Evapotranspiración
  - Escorrentía
  - Transporte de vapor de agua
- Los satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA miden y calculan todos los componentes del ciclo hídrológico

A satellite map of a region, likely in Brazil, showing a dense network of rivers and green vegetation. A semi-transparent white rectangular overlay is centered on the map, containing the title text. The text is in a large, black, sans-serif font. Below the title, there is a solid black horizontal line. The background map shows various geographical features, including rivers, forests, and some urban areas. Labels for various locations are visible on the map, such as 'Cunaguaty', 'San Estanislao', 'Toledo', 'Cascavel', 'Parque Nacional do Iguaçu', 'Capitão Leônidas Marques', 'Parque Nacional do Itaipu', 'Cerro Tres Kand', 'Yuty', 'San Pedro', 'São Miguel do Oeste', 'Pilar', 'San Ignacio Guaba', 'Pirapó', 'Punta Rica', 'Parque Estadual do Turvo', 'Frederico Westphalen', 'Parque Estadual de Itaipu', 'Barragem de Azoada', 'Buzangá', 'PSS', 'Três de Maio', 'Chapadão', 'Campana da Lagha', 'Parque Nacional do Pico de Paraná', 'Riacho HeHe', and 'Foz de Iguaçu'.

# Panorama de los satélites y modelos de la ciencia terrestre para la gestión de recursos hídricos

---



# Satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA

Escalas temporales horarias, diarias, por temporada y multianuales

Útiles para la gestión de recursos hídricos y para el ingreso a modelos hidrológicos


- Lluvia
- Temperatura
- Humedad
- Vientos
- Humedad del suelo
- Nieve/Hielo
- Nubes
- Terreno

- Aguas subterráneas
- Índice de vegetación
- Evapotranspiración
- Escorrentía

De satélites y modelos

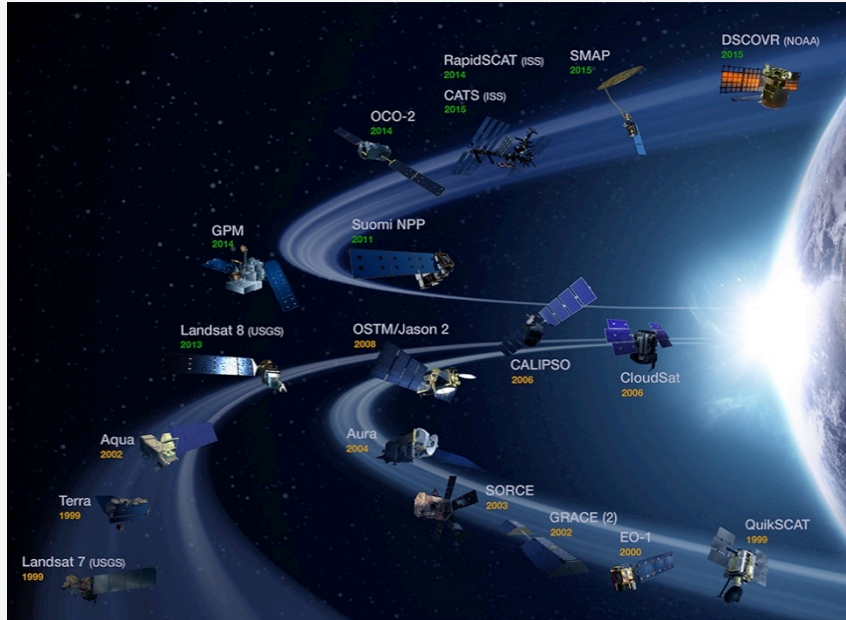
De observaciones satelitales

De modelos atmósfera-tierra que  
asimilan observaciones satelitales

A satellite image of a region in Colombia, showing a semi-transparent overlay with the text "Satélites y sensores". The map includes various geographical features like rivers, forests, and urban areas. Numerous place names are visible, such as San Estanislao, Cimagualá, San Estanislao, Toledo, Cancavé, Parque Nacional del Guaviare, Capitán Leóndas Márquez, Cerro Tres Cerros, Ciudad del Este, Parque Nacional Guaviare, Santo Anselmo del Surcoate, Yutá, San Pedro, San Miguel de Ocaña, Piraopé, Puerto Rico, Páramo Estación de Turpo, Francisco Westphalen, Parque Estación de Horozco, Trío de Maico, Chaperó, Francisco Beltrán, Campesía de Laguna, Cuzangó, Berón de Atrazada, Buzangó, PSS, and Pilar. The text "Satélites y sensores" is centered in the overlay, with a horizontal line below it.

# Satélites y sensores

# Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos



- Landsat: 07/1972-presente
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997-presente
- Global Precipitation Measurements (GPM): 2/2014-presente
- Terra: 12/1999-presente
- Aqua: 5/2002-presente
- Soil Moisture Active Passive (SMAP): 1/2015-presente
- Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE): 3/2002-presente

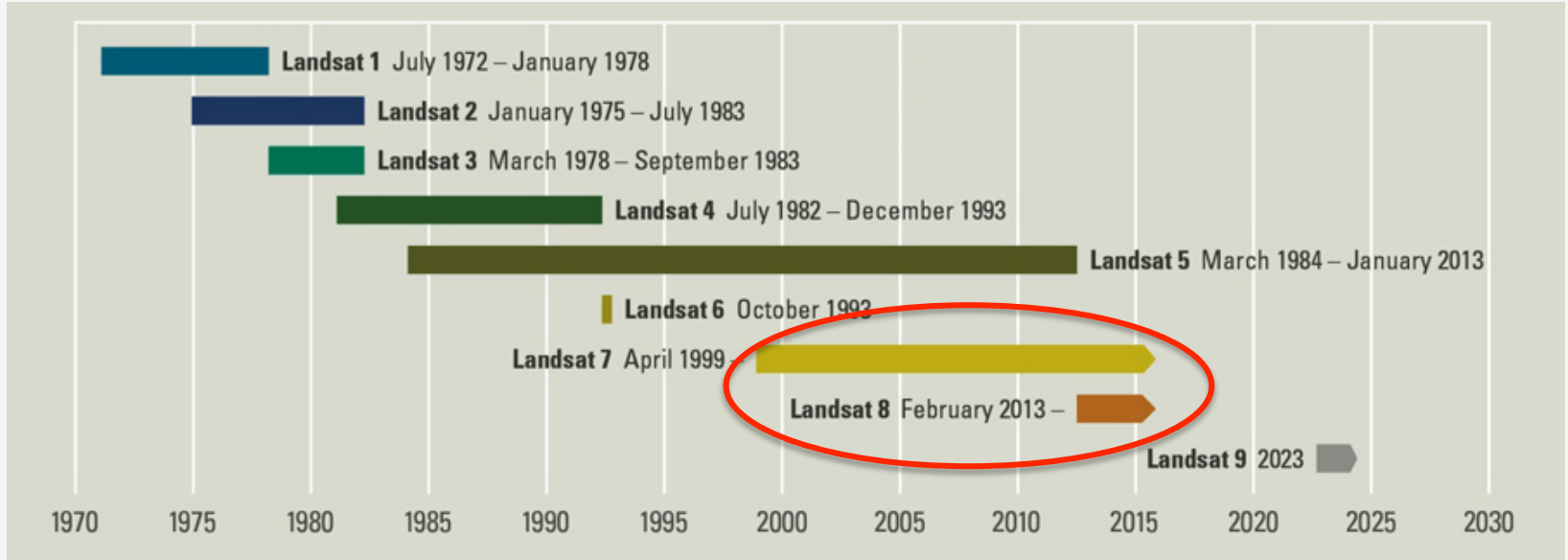


# Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos

- Cada satélite lleva uno o más sensores/instrumentos con canales espectrales específicos para observar cantidades geofísicas
  - Esta presentación describirá Los sensores más útiles para los datos de recursos hídricos
- Landsat: 07/1972-presente
  - TRMM: 11/1997-presente
  - GPM: 2/2014-presente
  - Terra: 12/1999-presente
  - Aqua: 5/2002-presente
  - SMAP: 1/2015-presente
  - GRACE: 3/2002-presente

# Landsat- Satélites y sensores

<http://landsat.gsfc.nasa.gov>



From: [http://landsat.usgs.gov/about\\_mission\\_history.php](http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php)

# Enhanced Thematic Mapper (ETM+)

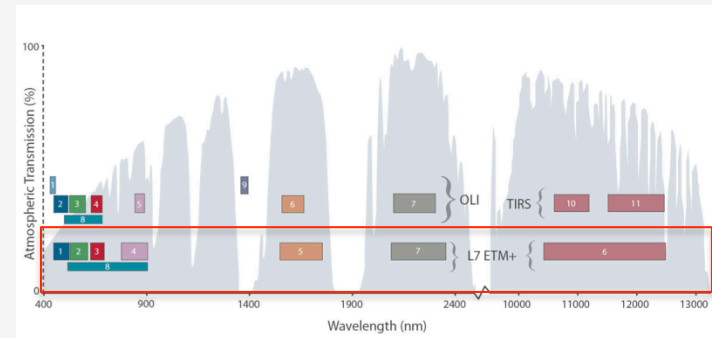
Mapeador temático mejorado

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/l7.html>

- Abordo de Landsat-7
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
  - Global, Barrido: 185km
  - Resolución espacial: 15m, **30m**, 60m
- Cobertura y resolución temporal:
  - 15 de abril de 1999-presente
  - Tiempo de revisita de 16 días

## Bandas espectrales

- 8 bandas (azul-verde, verde, roja, IR reflejada y termal IR, pancromática)
  - Bandas 1-5, 7: 30m
  - Banda 6: 60m
  - Banda 8: 15m



NASA



# Operational Land Imager (OLI)

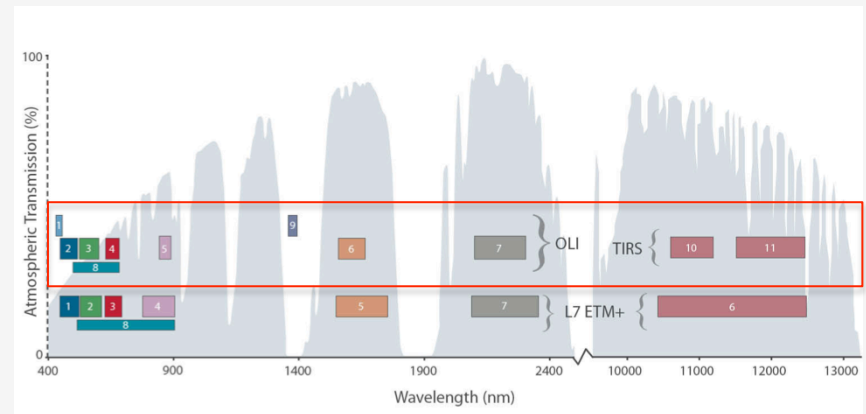
Captador de imágenes de la tierra operacional

<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> ; <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=5779>

- Abordo de Landsat-8
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
  - Global, barrido: 185km
  - Resolución espacial: 15m, **30m**
- Cobertura y resolución temporal:
  - 11 de febrero de 2013 – presente
  - Tiempo de revisita de 16 días

## Bandas espectrales

- 9 bandas (azul-verde, verde, roja, casi IR, IR onda corta y termal)
  - Bandas 1-7, 9: 30m
  - Banda 8:15m

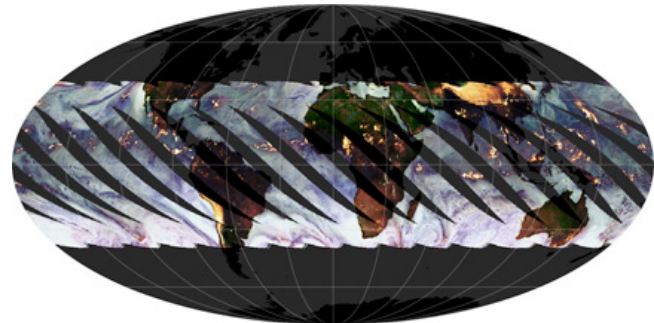


# TRMM- Satélite y sensores

<http://trmm.gsfc.nasa.gov>

- Órbita no polar, de baja inclinación
- Altitud de aproximadamente 350km, elevada a 403km después del 23 de agosto de 2001
- Cobertura espacial
  - 16 órbitas de TRMM cubriendo el trópico global entre 35°S – 35°N de latitud
- Tiempo de revisita: 11-12 horas
  - Hora de observación cambia a diario
- Sensores:
  - LIS
  - TMI
  - PR
  - CERES
  - VIIRS

## Órbitas de TRMM

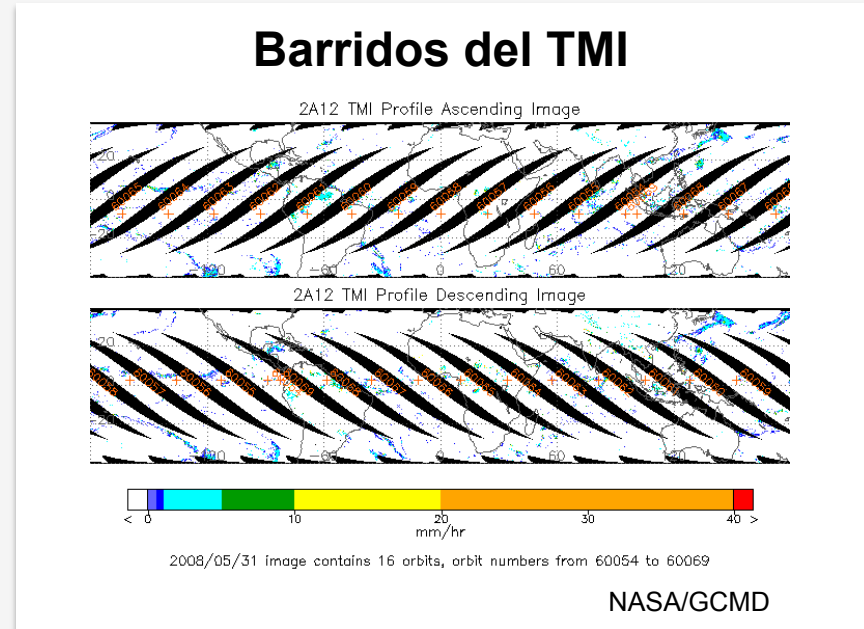


# TRMM Microwave Imager (TMI)

Captador de imágenes de microondas TRMM

<http://pmm.nasa.gov/TRMM/TMI>

- Cobertura y resolución espacial:
  - Cobertura:  $-180^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$ S- $35^{\circ}$ N
  - Barrido: 760km (878km after 8/2001)
  - Resolución vertical:
    - 0.5 km de la superficie – 4 km
    - 1.0 km de 4-6 km
    - 2.0 km de 6-10 km
    - 4.0 km de 10-18 km
- Cobertura y resolución temporal:
  - 27 de nov. de 1988 – 7 de oct de 2014
  - 16 órbitas por días



## Frecuencias de canales

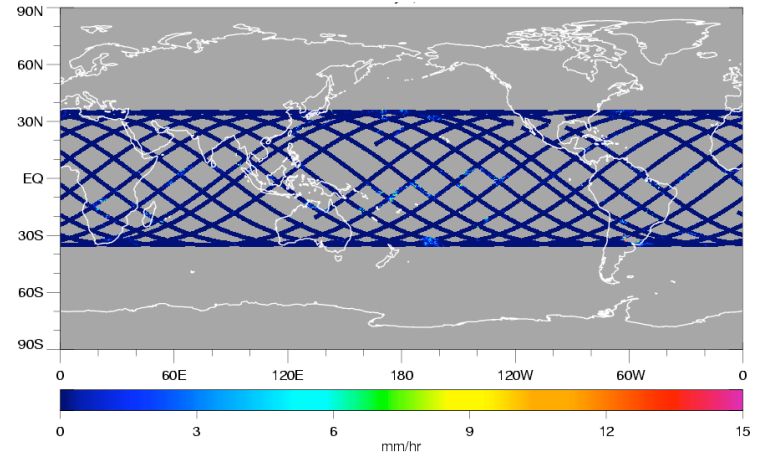
- 10.7, 19.4, 21.3, 37, 85.5 GHz

# Precipitation Radar (PR)

<http://pmm.nasa.gov/TRMM/PR>

- Cobertura y resolución espacial:
  - Cobertura: 35°S-35°N
  - Barrido: 215km (247 a partir de 8/2001)
  - Resolución espacial: 4.3km (5km)
  - Resolución vertical: 250m (de 0-20km)
- Cobertura y resolución temporal:
  - 27 de nov. de 1998 – 7 de oct de 2014
  - ~16 órbitas por día
- Frecuencia:
  - 13.6 GHz

## Barridos del PR



Kummerow, C., et. al, 1998: The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package, J. Atmos. Oceanic Technol., 15, 809-817.

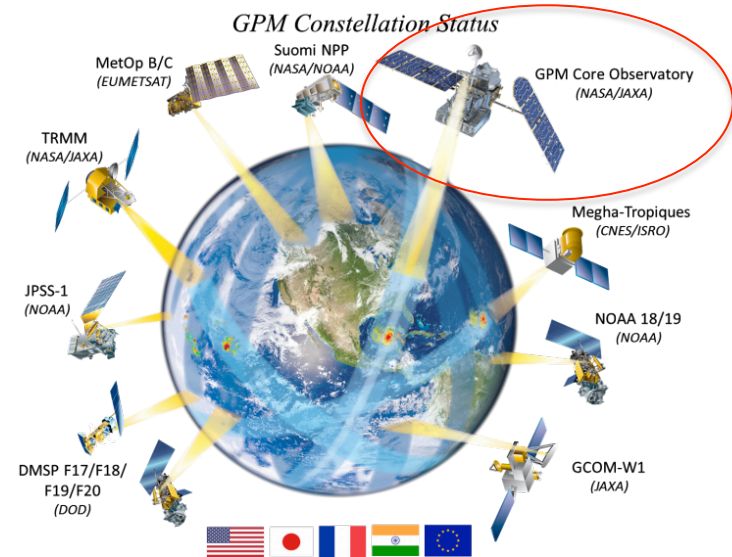


# GPM- Satélite y sensores

<http://pmm.nasa.gov/GPM>

- Satélite principal “GPM Core” está en órbita no polar de baja inclinación
  - Altitud: 407km
- Cobertura espacial:
  - 16 órbitas diarias cubriendo el trópico global entre 65°S-65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un tiempo de revisita de 1-2 hrs sobre tierra
- Sensores:
  - GMI
  - DPR

## Satélite GPM Core Lanzado el 27 de febrero de 2014



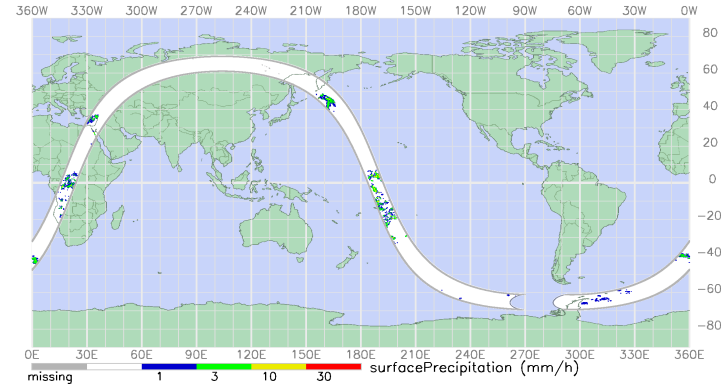
# GPM Microwave Imager (GMI)

Captador de imágenes de microondas de GPM

<http://pmm.nasa.gov/GPM/flight-project/GMI>

- Cobertura y resolución espacial:
  - Cobertura:  $-180^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ S- $65^{\circ}$ N
  - Barrido: 885km
  - Resolución espacial: 4.4-32km
  - Resolución vertical:
    - 0.5 km de la superficie – 4 km
    - 1.0 km de 4-6 km
    - 2.0 km de 6-10 km
    - 4.0 km de 10-18 km
- Cobertura y resolución temporal:
  - Feb 2014 – presente
  - Observaciones de ~2-4 horas

## Barrido del GMI



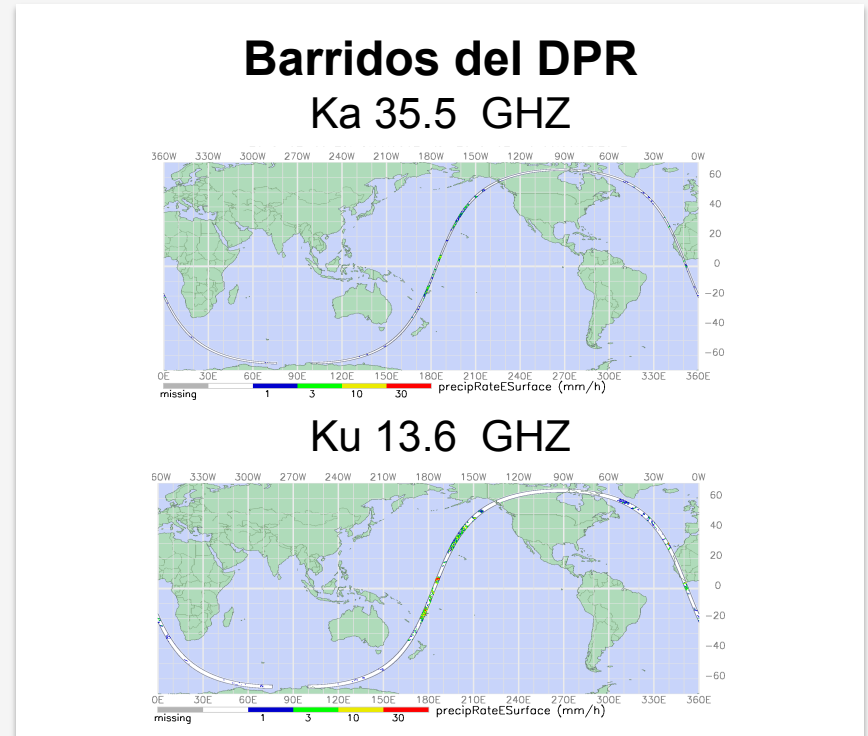
Frecuencias de canales:

- 10.6, 18.7, 23.8, 36.5, 89, 166, 183 GHz

# Dual Precipitation Radar (DPR)

<http://pmm.nasa.gov/GPM/flight-project/DPR>

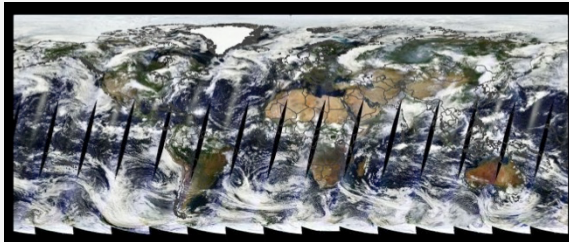
- Cobertura y resolución espacial:
  - Cobertura: -180°-180°, 65°S-65°N
  - Barrido: 120km (Ka) y 245km (Ku)
  - Resolución espacial : 5.2km
  - Resolución vertical: 250m (de 0-20km)
- Cobertura y resolución temporal:
  - 27 de feb de 2014 – presente
  - Observaciones de ~2-4 horas
- Frecuencia:
  - 13.6 y 35.5 GHz



# Terra y Aqua

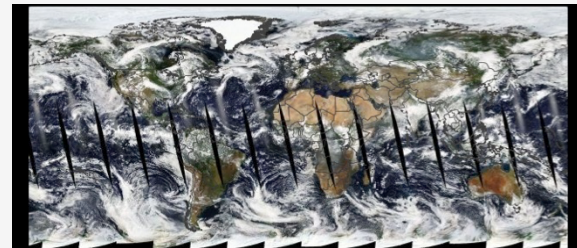
## Terra

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 10:30 a.m.
- Cobertura global
- 18 de diciembre de 1999 – presente
- 1-2 observaciones por día
- Sensores:
  - ASTER, CERES, MISR, **MODIS**, MOPITT



## Aqua

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial, 1:30 p.m.
- Cobertura global
- 4 de mayo de 2002 – presente
- 1-2 observaciones por día
- Sensores:
  - AIRS, AMSU, CERES, **MODIS**, AMSR-E





# MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

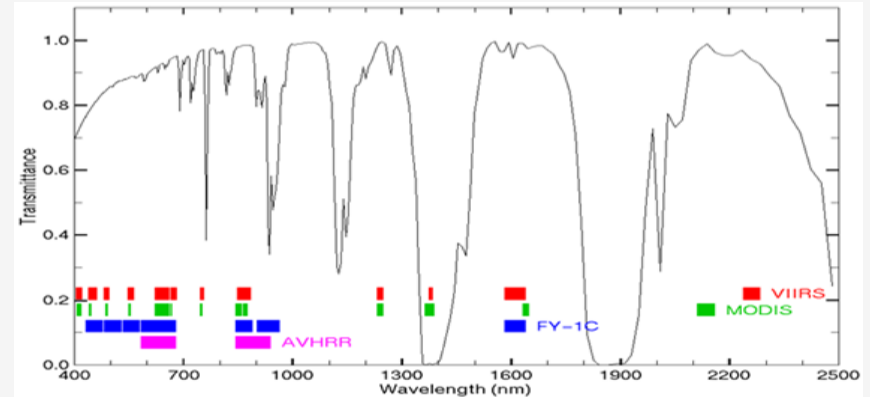
Especorradiómetro de imágenes de resolución moderada

<http://modis.gsfc.nasa.gov>

- Abordo de Terra y Aqua
- Diseñado para observaciones terrestres, atmosféricas, oceánicas y criosféricas
- Cobertura y resolución espacial:
  - Global, barrido: 2,330km
  - Resolución espacial varía: 250m, 500m, 1km
- Cobertura y resolución temporal:
  - 2000-presente, 2 veces por día

## Bandas espectrales

- 36 bandas (azul, roja, IR, NIR, MIR)
  - Bandas 1-2: 250m
  - Bandas 3-7: 500m
  - Bandas 8-16: 1000m

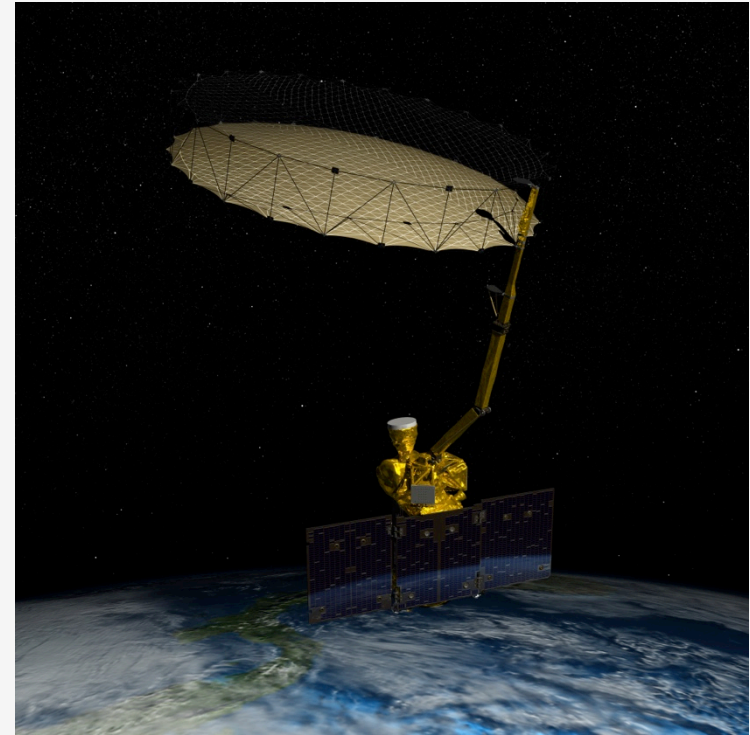


[cimss.ssec.wisc.edu](http://cimss.ssec.wisc.edu)

# SMAP- Satélite y sensores

<http://smap.jpl.nasa.gov>

- Órbita polar
  - Altitud: 685km
- Cobertura espacial :
  - Global
- Cobertura temporal:
  - 31 de enero de 2015 – presente
- Sensores:
  - Microwave Radiometer (radiómetro de microondas)
  - Microwave Radar (no disponible actualmente)



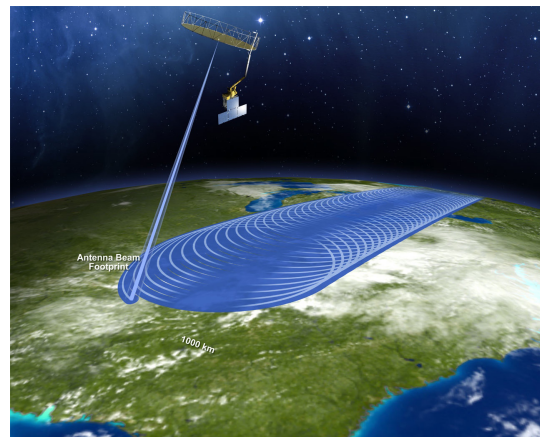
# SMAP Microwave Radiometer and Radar

Radiómetro y radar de microondas de SMAP

<http://smap.jpl.gov/observatory/instrument>

- Cobertura y resolución espacial:
  - Global
  - Barrido de radiómetro: 1,000km
  - Resolución: 30km
- Resolución temporal:
  - Tiempo de revisita de 8 horas (6 a.m./ p.m.- hora de observación)
- Diseñado para funcionar como un “Synthetic Aperture Radar” (SAR) con 3km de resolución espacial
  - Cesó operación después del 7 de julio de 2015
- Frecuencia de radiómetro: 1.41 GHz
- Frecuencia de radar: 1.26 GHz

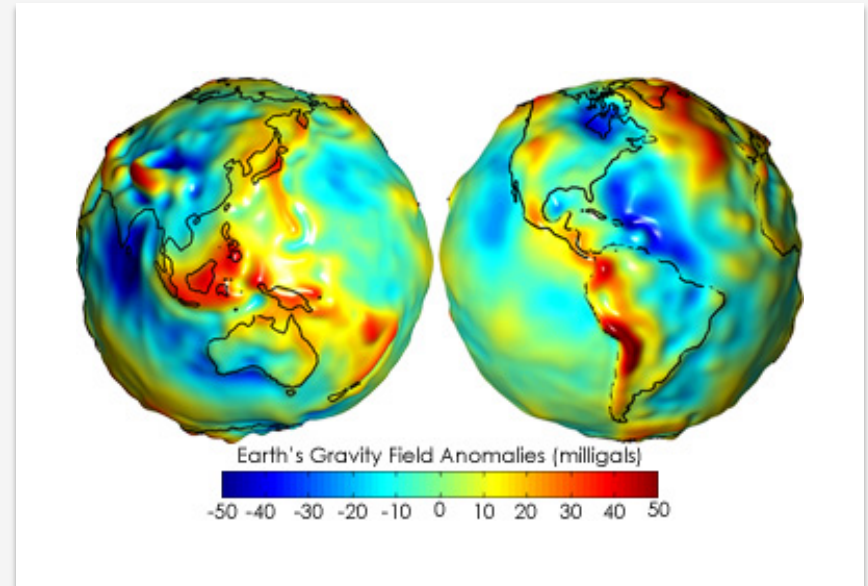
## Barrido de SMAP



# GRACE- Satélite y sensores

<http://www.jpl.nasa.gov/missions/details.php?id=5882>

- Órbita polar, heliosincrónica
- Misión satelital gemela
- Cobertura y resolución espacial:
  - Global
  - Resolución: 150,000 km<sup>2</sup>
- Cobertura y resolución temporal:
  - 17 de marzo de 2002 – presente
  - 250 perfiles de gravedad por día
- Sensores:
  - Instrumento de medición con la banda k de microondas
  - Acelerómetros
  - Receptores Global Positioning System







# Los modelos del Sistema terrestre brindan información de valor añadido

Percepción remota + Observaciones en la superficie + Modelos numéricos

Datos satelitales



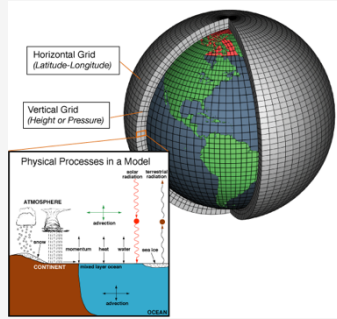
NASA

Mediciones en la superficie y datos in situ



NASA

Modelos numéricos



NOAA

# Modelos de la NASA útiles para la gestión de recursos hídricos

## Modelos atmósfera-océano-tierra

- **GEOS-5:**
  - The Goddard Earth Observing System Version 5
  - Sistema Goddard de observación terrestre, versión 5
- **MERRA:**
  - Modern Era Retrospective-Analysis for Research and Application
  - Análisis retrospectivo en la era moderna para investigación y aplicación
- **GLDAS:**
  - Global Land Data Assimilation System
  - Sistema de asimilación de datos terrestres globales

# Global & North American Land Data Assimilation Systems

<http://ldas.gsfc.nasa.gov>

- Integra observaciones terrestres y satelitales dentro de modelos numéricos sofisticados para producir campos físicamente consistentes de alta resolución de estados y flujos de la superficie terrestre
- Usa datos de MODIS, TRMM, GEOS
- El GLDAS y una versión del NLDAS usan el LIS (Land Information System) con diferentes fuentes de insumos
  - Análisis meteorológico
  - Radiación solar superficial
  - Precipitación
  - Textura del suelo
  - Clasificación de vegetación e índice de área de follaje
  - Topografía
- Rendimiento integrado para recursos hídricos
  - Humedad del suelo
  - Evapotranspiración
  - Escorrentía superficial/subterránea
  - Equivalente en agua de la nieve

# Satélites y modelos

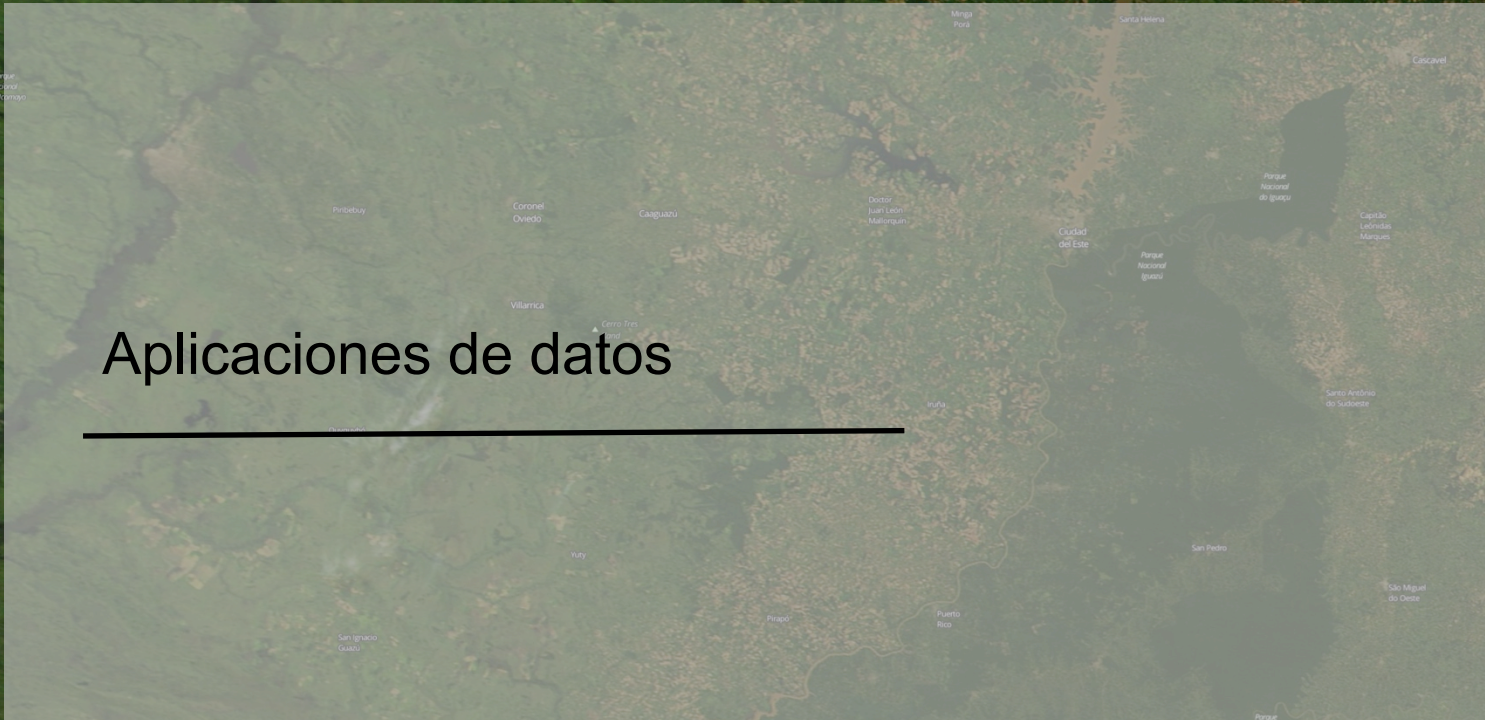
## Componentes del agua dulce

- Cantidad de lluvia (TRMM, GPM)
- Manto de nieve (Terra y Aqua MODIS)
- Humedad del suelo (SMAP, GLDAS)
- Evapotranspiración (Terra y Aqua MODIS, Landsat, GLDAS)
- Escorrentía/Flujo torrencial (TRMM, GPM, GLDAS)



# Aplicaciones de datos

---



# Aplicaciones de datos satelitales de recursos hídricos

## Componentes cruciales del agua dulce

### Asignación del agua

- Presupuesto hídrico

### Gestión agrícola y de irrigación

- Precipitación
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración

### Gestión de inundaciones/ sequía

- Precipitación
- Escorrentía/ flujo torrencial
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración
- Aguas subterráneas

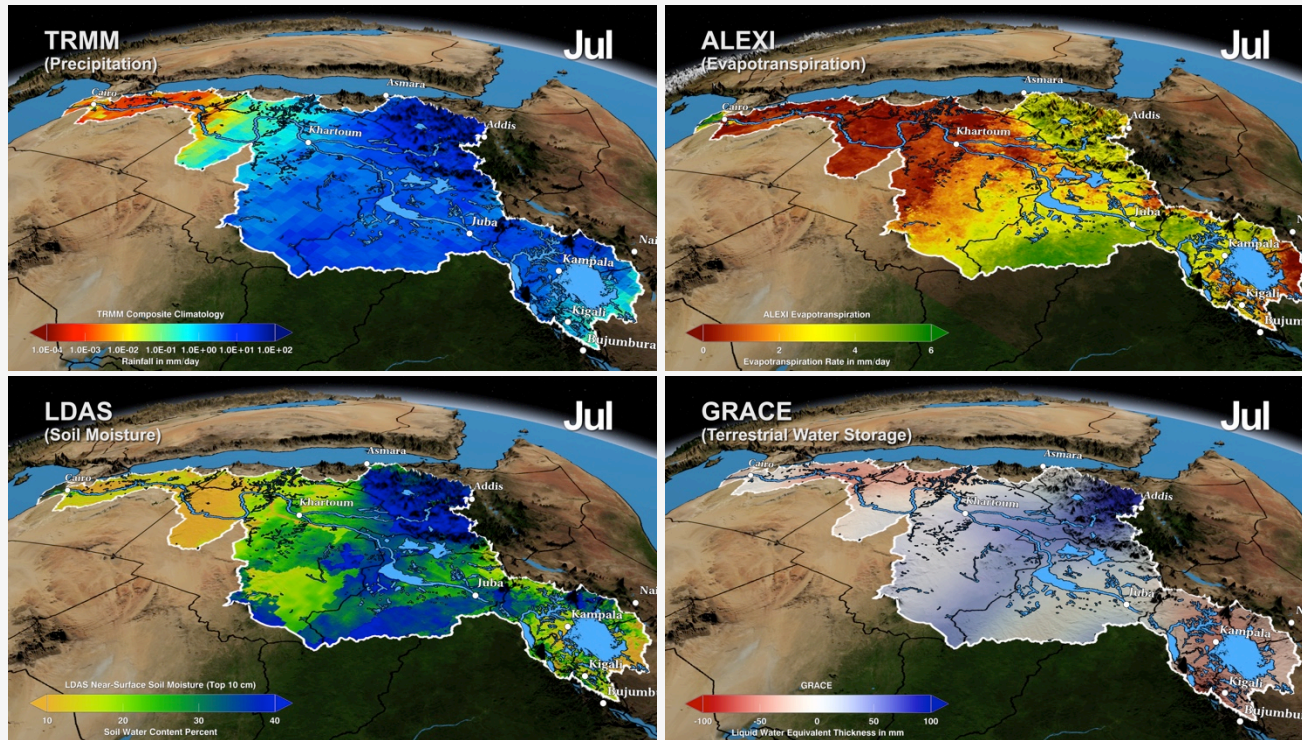
### Gestión de reservorios/ represas

- Altura de embalses
- Precipitación
- Escorrentía/ flujo torrencial



# El monitoreo del equilibrio hidrológico en la cuenca del Nilo

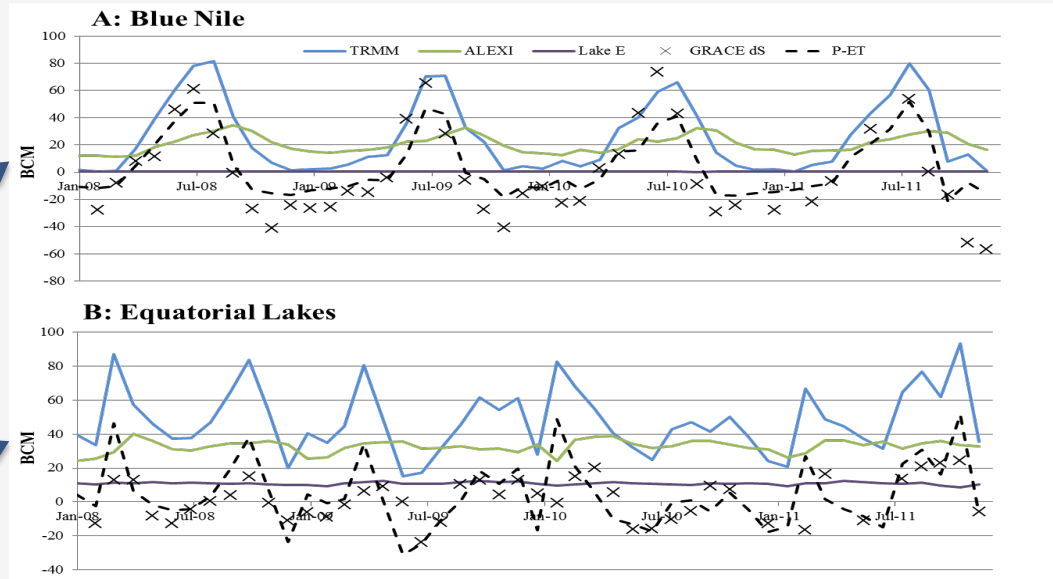
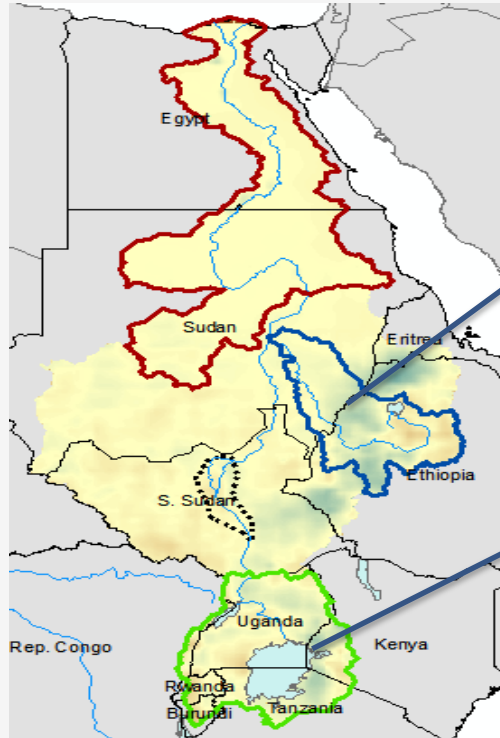
Capacidades de las observaciones y los sistemas de modelado de la NASA



Applied Sciences Project Scientist: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

# Equilibrio hidrológico en escala en la cuenca del Nilo

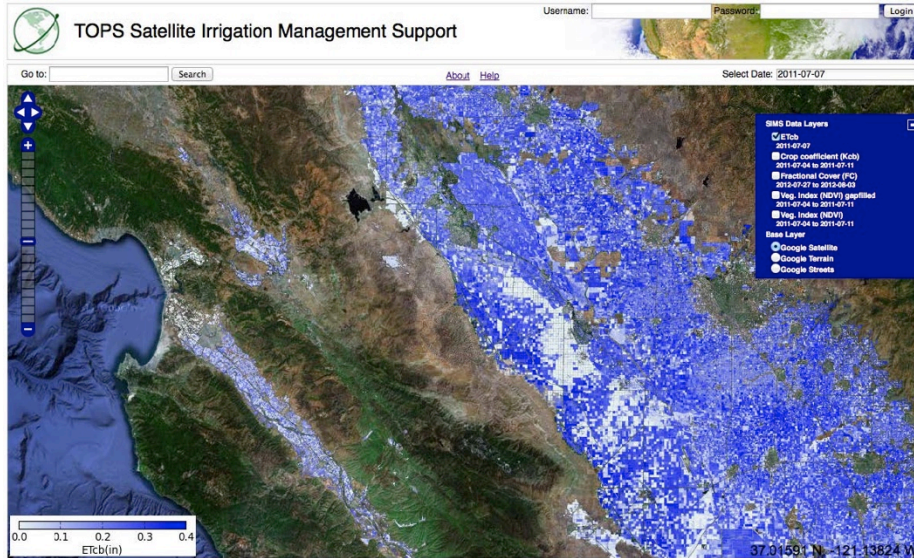
Basado en TRMM, ALEXI, LDAS y GRACE



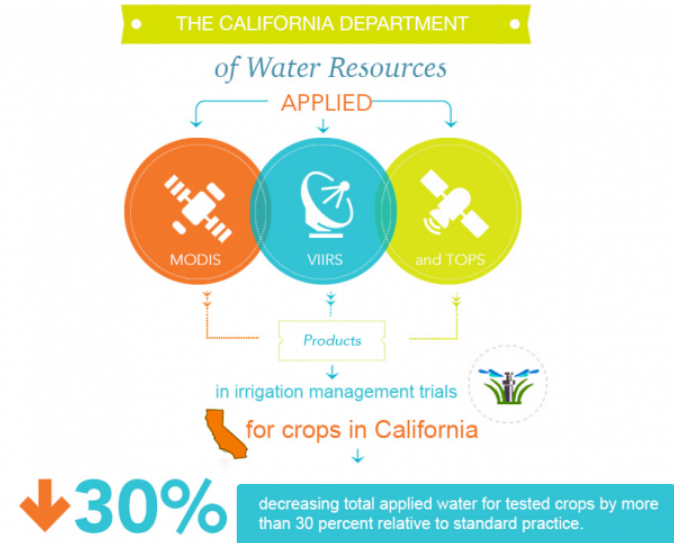
Courtesy of: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

# Gestión de la irrigación usando la ET satelital

Basada en el sistema “Terrestrial Observation and Prediction System” (TOPS)



<http://ecocast.arc.nasa.gov/dgw/sims>

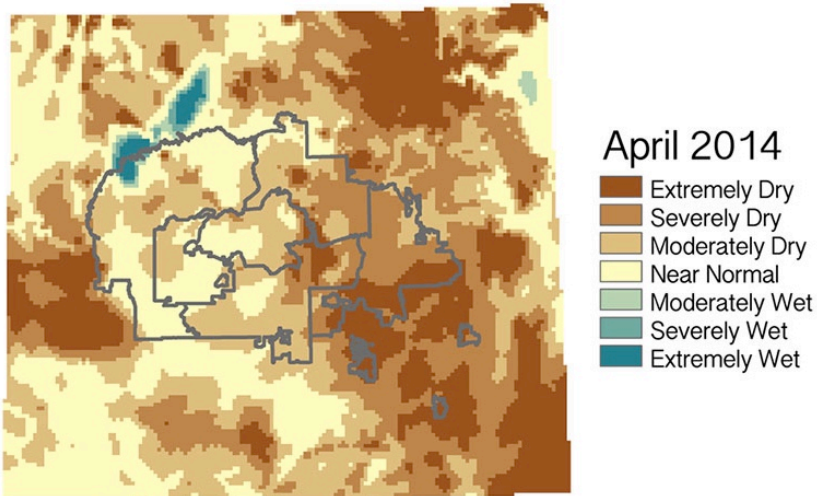


Courtesy of: Forest Melton, NASA ARC-CREST/California State University



# Una herramienta de apoyo para decisiones de monitoreo de sequía para la Nación Navajo

## Basada en TRMM y GPM

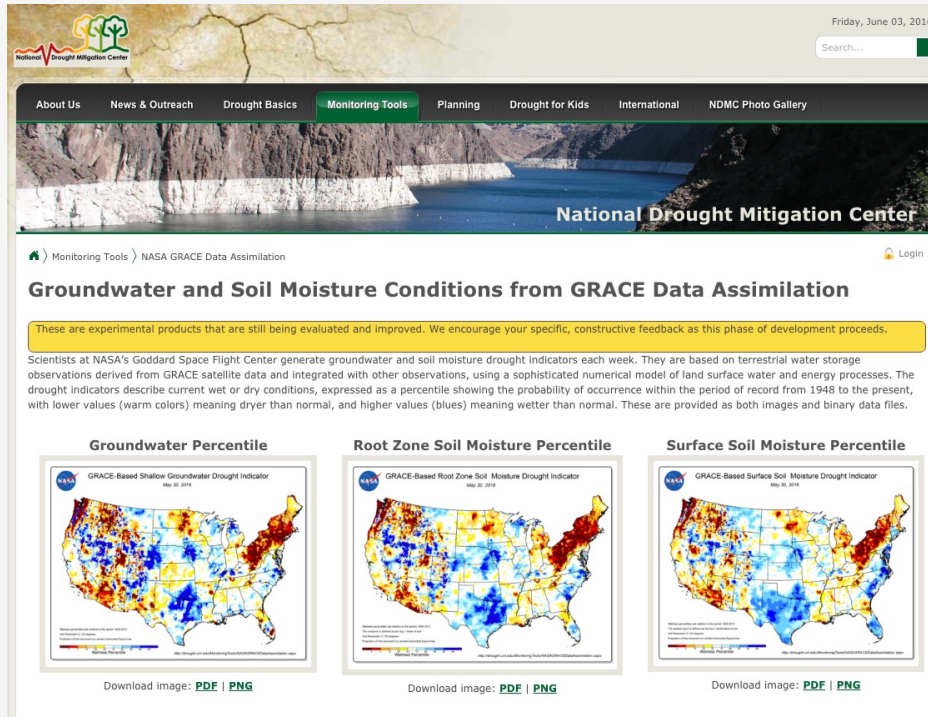


A Drought Monitoring Decision Support Tool for Customized Calculation of a Standardized Precipitation Index Value in the Navajo Nation, 2015 DEVELOP project. Based on precipitation indexes from TRMM and GPM.

- La nación Navajo ha sido impactada por
  - Sequías severas
  - Falta de infraestructura hídrica doméstica
  - Falta de recursos económicos
- Aproximadamente  $\frac{1}{3}$  de la población carece de acceso a agua potable en casa
- Se creó una base de “geodatos” de información climática histórica específica para esta área

# Centro nacional de mitigación de sequías (NDMC)

## Basado en GRACE



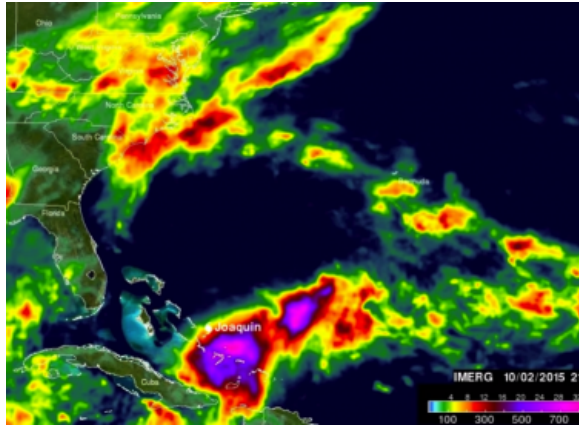
<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/NASAGRACEDataAssimilation.aspx>

- Combina mediciones de GRACE del almacenado del agua con datos meteorológicos
- Genera mapas de porcentaje de aguas subterráneas y de la humedad del suelo
- 1948-presente

# Detección de lluvia extrema, humedad relativa del suelo e inundaciones

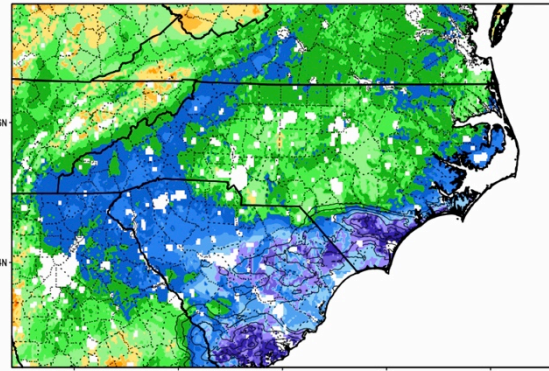
## Basado en GPM y Global Flood Monitoring System (GFMS)

### Inundaciones en Carolina del Sur (EEUU) de 2015



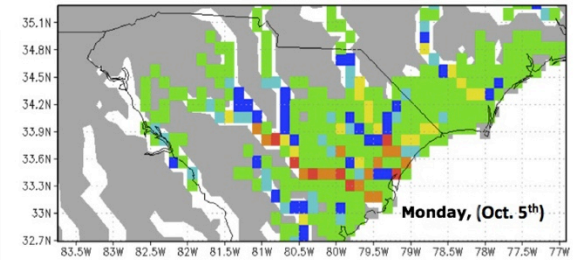
GPM/IMERG

0–10 cm Relative Soil Moisture (available water; %) valid 00z 05 Oct 2015  
Precipitation in previous hour (1,2,5,10,15,20,25 mm contours)

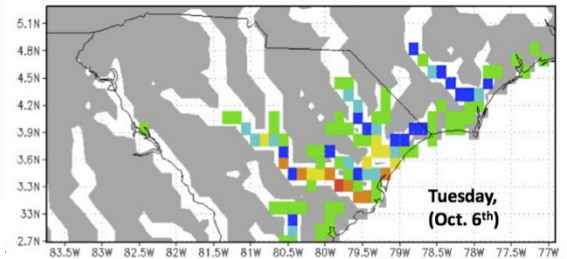


GFMS

Flood Detection/Intensity (depth above threshold [mm])  
12Z05Oct2015



Flood Detection/Intensity (depth above threshold [mm])  
12Z06Oct2015

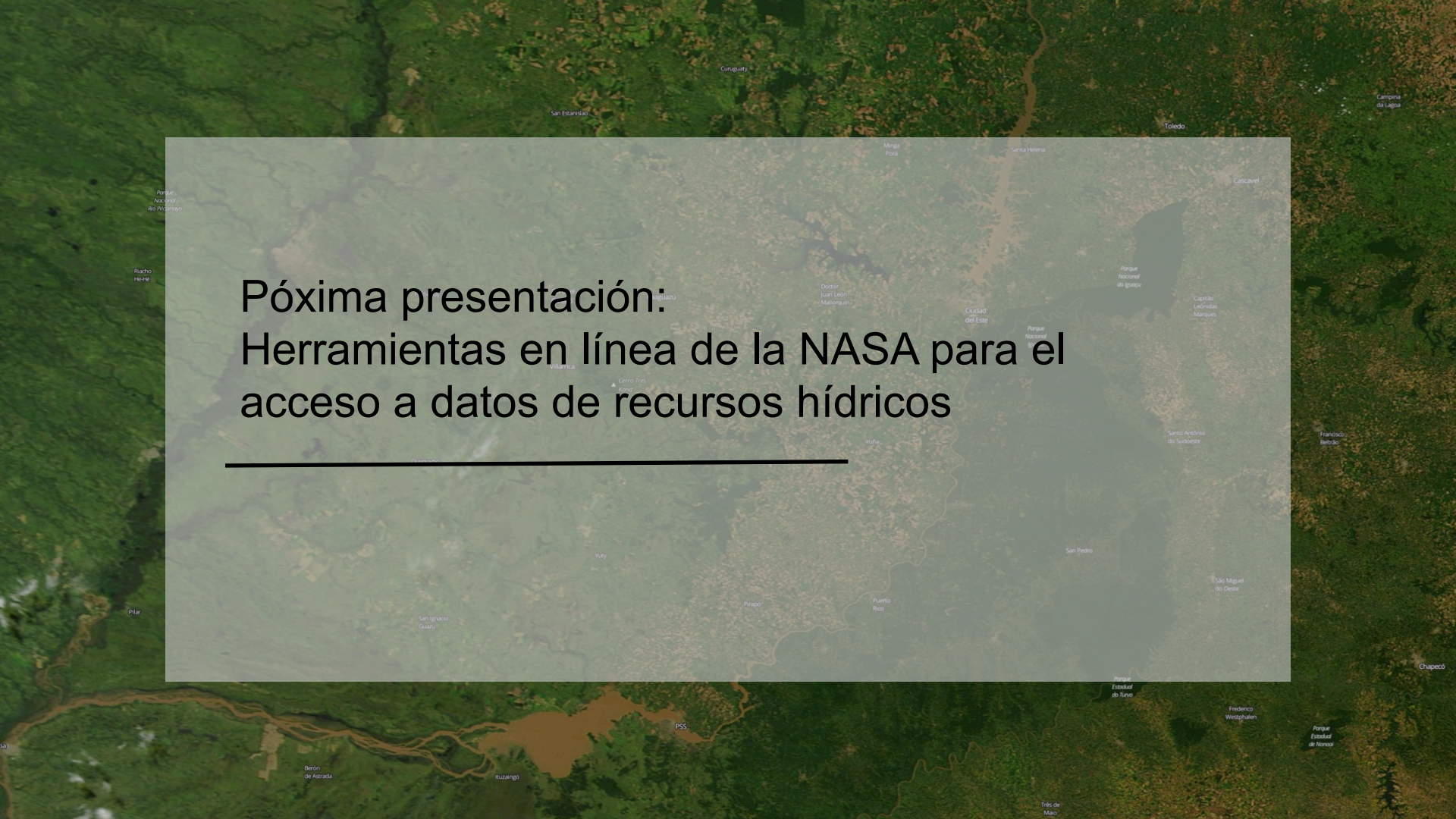


GFMS

# Questions

1. ¿ Que satélite(s) llevan el instrumento MODIS ?
2. ¿ Que satélite(s) llevan el radar de precipitación ?
3. Landsat es una serie de satélites empezando en 1972. ¿ Cual el satélite de Landsat actual ?
4. ¿ Que satélite es útil para estimar el agua subterránea ?



A satellite-style map of a region, likely in Central America, showing terrain, rivers, and various locations. A semi-transparent grey rectangular overlay is centered on the map, containing text. The text is in Spanish and reads: 'Póxima presentación: Herramientas en línea de la NASA para el acceso a datos de recursos hídricos'. Below the text is a solid black horizontal line. The map background shows green terrain with brownish rivers and several labeled locations such as San Estanislao, Cimagualy, Toledo, Cancavell, Ciudad del Este, San Pedro, and others.

# Póxima presentación: Herramientas en línea de la NASA para el acceso a datos de recursos hídricos

---