

ARSET

Applied Remote Sensing Training

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

 @NASAARSET

Satélites, sensores y modelos de sistemas terrestres de la NASA usados para la gestión de recursos hídricos

Amita Mehta

Amita.v.mehta@nasa.gov

Applied Remote SEnsing Training Program (ARSET)

(Programa de capacitación de percepción remota aplicada)

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

- Empoderando a la comunidad mundial a través de la capacitación de percepción remota/ teledetección
- Diseñado para:
 - formuladores de políticas
 - agencias reguladoras
 - profesionales de aplicaciones ambientales
- Objetivo: fomentar el uso de los modelos y datos de las Ciencias Terrestres de la NASA para aplicaciones ambientales:



Desastres



Pronósticos
ecológicos



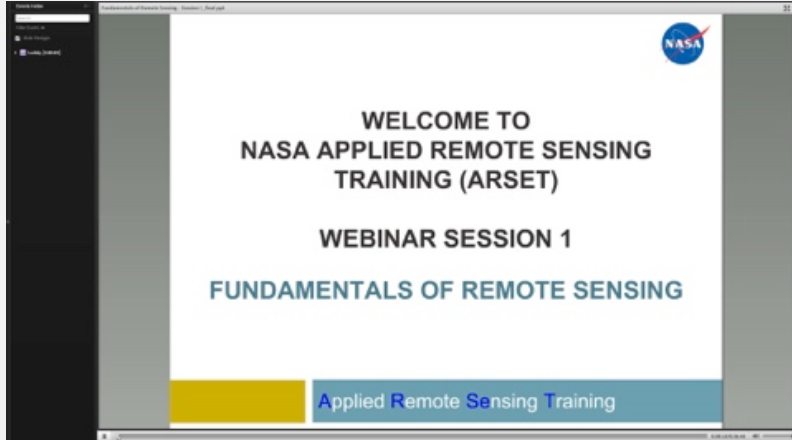
Salud y calidad del
aire



Recursos hídricos

Programa de capacitación de percepción remota aplicada (Applied Remote Sensing Training Program o ARSET)

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



Capacitaciones en línea

- 1 hora por semana, 4 a 6 semanas
- En vivo y grabadas
- Incluyen demostraciones de acceso a datos

Capacitaciones presenciales

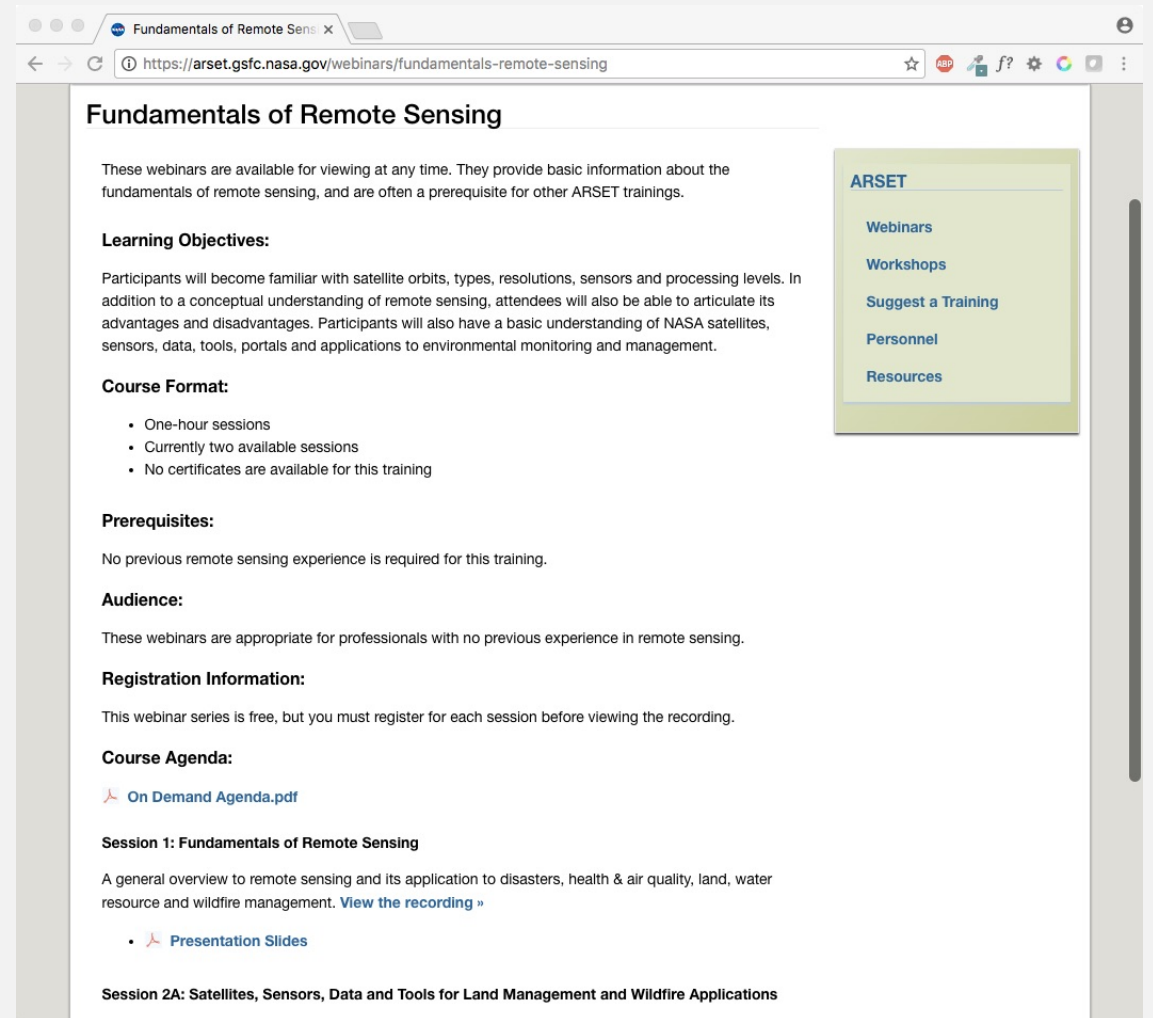
- 2 a 4 días en un laboratorio de computación
- Enfoque en acceso a datos
- Estudios de caso de relevancia local

Para los capacitadores

- Cursos y manuales de capacitación
- Para quienes se interesen por ofrecer sus propias capacitaciones de percepción remota

Prerrequisito

- Sesión 1: Fundamentos de la percepción remota
 - <http://arset.gsfc.nasa.gov/webinars/fundamentals-remote-sensing>



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://arset.gsfc.nasa.gov/webinars/fundamentals-remote-sensing>. The page title is "Fundamentals of Remote Sensing". The main content area includes the following sections:

- Introduction:** These webinars are available for viewing at any time. They provide basic information about the fundamentals of remote sensing, and are often a prerequisite for other ARSET trainings.
- Learning Objectives:** Participants will become familiar with satellite orbits, types, resolutions, sensors and processing levels. In addition to a conceptual understanding of remote sensing, attendees will also be able to articulate its advantages and disadvantages. Participants will also have a basic understanding of NASA satellites, sensors, data, tools, portals and applications to environmental monitoring and management.
- Course Format:**
 - One-hour sessions
 - Currently two available sessions
 - No certificates are available for this training
- Prerequisites:** No previous remote sensing experience is required for this training.
- Audience:** These webinars are appropriate for professionals with no previous experience in remote sensing.
- Registration Information:** This webinar series is free, but you must register for each session before viewing the recording.
- Course Agenda:**
 - [On Demand Agenda.pdf](#)
 - Session 1: Fundamentals of Remote Sensing**


A general overview to remote sensing and its application to disasters, health & air quality, land, water resource and wildfire management. [View the recording »](#)

 - [Presentation Slides](#)
 - Session 2A: Satellites, Sensors, Data and Tools for Land Management and Wildfire Applications**

On the right side of the page, there is a green sidebar menu titled "ARSET" with the following links: [Webinars](#), [Workshops](#), [Suggest a Training](#), [Personnel](#), and [Resources](#).

Reseña

- Gestión de recursos hídricos
- Resumen de satélites y sensores
- Resumen de modelos de sistemas terrestres
- Datos y herramientas

An aerial photograph of a river delta system, showing a large river branching into several smaller channels that flow into a body of water. The land is green and brown, indicating vegetation and soil. The water is a deep blue-green color. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the text 'Gestión de recursos hídricos' and a horizontal line below it.

Gestión de recursos hídricos

Gestión de recursos hídricos

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



Image Credit: USGS

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
 - Otras contribuciones regionales: escorrentía y flujo torrencial, lagos, humedad del suelo y aguas subterráneas
- 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:

$$W = (\text{precipitación} + \text{escorrentía en la región}) - (\text{evaporación/evapotranspiración} + \text{fuga de escorrentía} + \text{infiltración})$$

Aplicaciones de datos de recursos hídricos

Requieren componentes del agua dulce

Asignación del agua

- Balance hídrico

Gestión agrícola y de irrigación

- Precipitación
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración

Gestión de inundaciones y sequías

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

Gestión de reservorios y represas

- Altura de embalses
- Precipitación
- Escorrentía/ flujo torrencial

Información acerca del agua dulce

- No todos los componentes del ciclo hidrológico 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 hidrológico

Satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA

Ofrecen escalas temporales horaria, diaria, estacional y multiaño

Útiles para la gestión de recursos hídricos y para insumos a modelos hidrológicos:

- Lluvia
- Humedad del suelo
- Nieve y hielo
- Temperatura
- Humedad
- Vientos
- Radiación superficial

- Aguas subterráneas
- Índice de vegetación
- Evapotranspiración
- Escorrentía

De satélites y modelos

De observaciones satelitales

De modelos atmósfera-tierra que asimilan observaciones satelitales

An aerial satellite image showing a river delta with multiple channels flowing into a body of water. The land is green and brown, while the water is a mix of light blue and dark blue. A semi-transparent white box is overlaid on the image, containing the title text.

Resumen de satélites y sensores

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos



- Landsat: 07/1972 – presente
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997 – 04/2015
- Global Precipitation Measurements (GPM): 02/2014 – presente
- Terra: 12/1999 – presente
- Aqua: 05/2002 – presente
- Soil Moisture Active Passive (SMAP): 01/2015 – presente
- Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE): 03/2002 – presente
- Jason 1, 2, 3: 12/2001 - presente

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos

- Cada satélite lleva uno o más sensores o instrumentos con canales espectrales específicos para observar cantidades geofísicas
 - Esta presentación describirá los sensores más útiles para datos sobre recursos hídricos
- Landsat: 07/1972 – presente
 - Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997 – 04/2015
 - Global Precipitation Measurements (GPM): 02/2014 – presente
 - Terra: 12/1999 – presente
 - Aqua: 05/2002 – presente
 - Soil Moisture Active Passive (SMAP): 01/2015 – presente
 - Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE): 03/2002 – presente
 - Jason 1, 2, 3: 12/2001 - presente

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos

Evapotranspiración →

Precipitación →

Cubierta de nieve, Índice de vegetación para evapotranspiración →

Humedad del suelo →

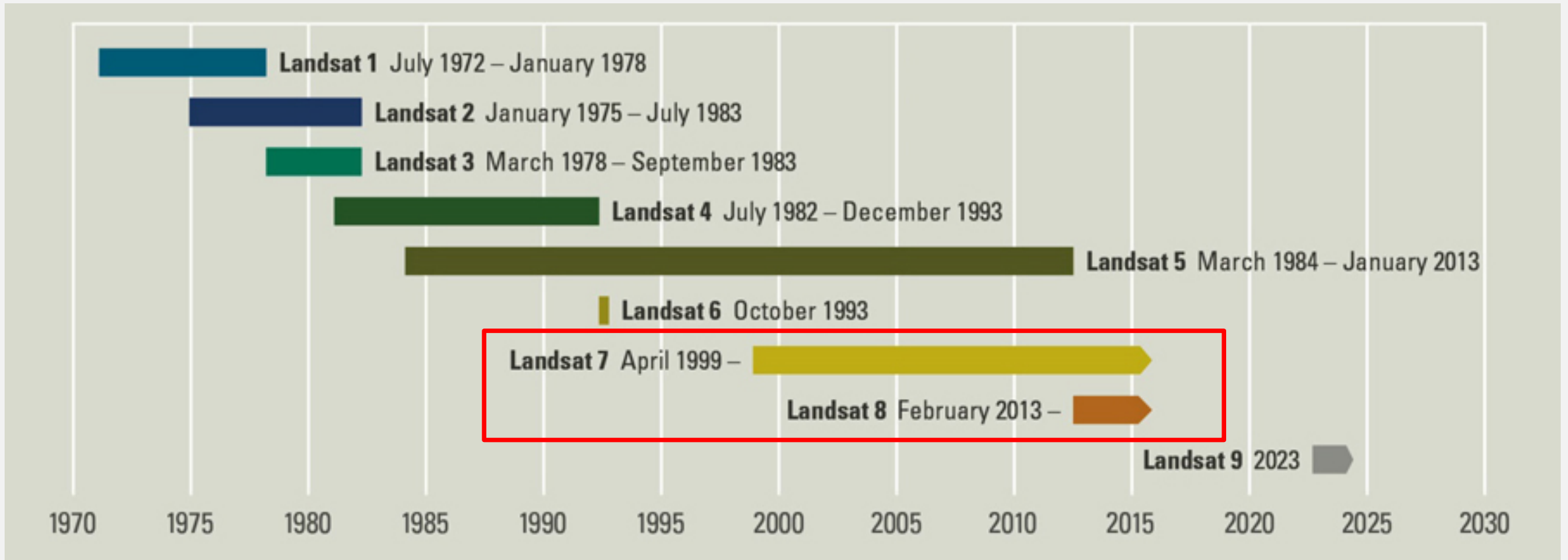
Aguas subterráneas →

Altitud de reservorios →

- Landsat: 07/1972 – presente
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997 – 04/2015
- Global Precipitation Measurements (GPM): 02/2014 – presente
- Terra: 12/1999 – presente
- Aqua: 05/2002 – presente
- Soil Moisture Active Passive (SMAP): 01/2015 – presente
- Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE): 03/2002 – presente
- Jason 1, 2, 3: 12/2001 - presente

Satélites y sensores Landsat

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



Credit: http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php

Enhanced Thematic Mapper (ETM+)

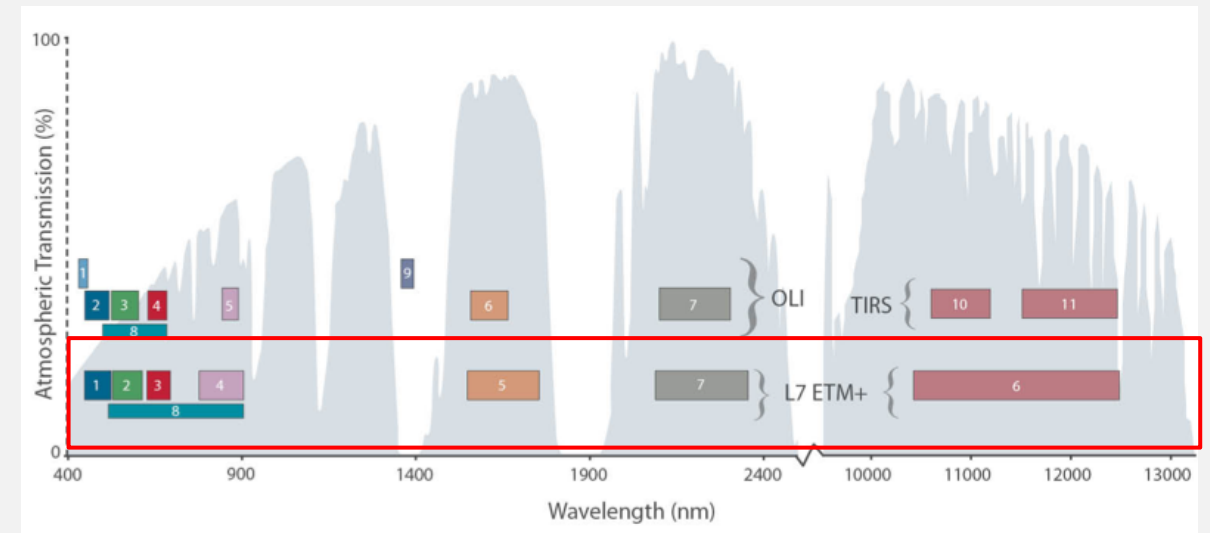
(Mapeador temático mejorado)

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

- Abordo de Landsat-7
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global, barrido: 185 km
 - Resolución espacial: 15 m, 30 m, 60 m
- 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, pancromática)
 - Bandas 1-5, 7: 30 m
 - Banda 6: 60 m
 - Banda 8: 15 m



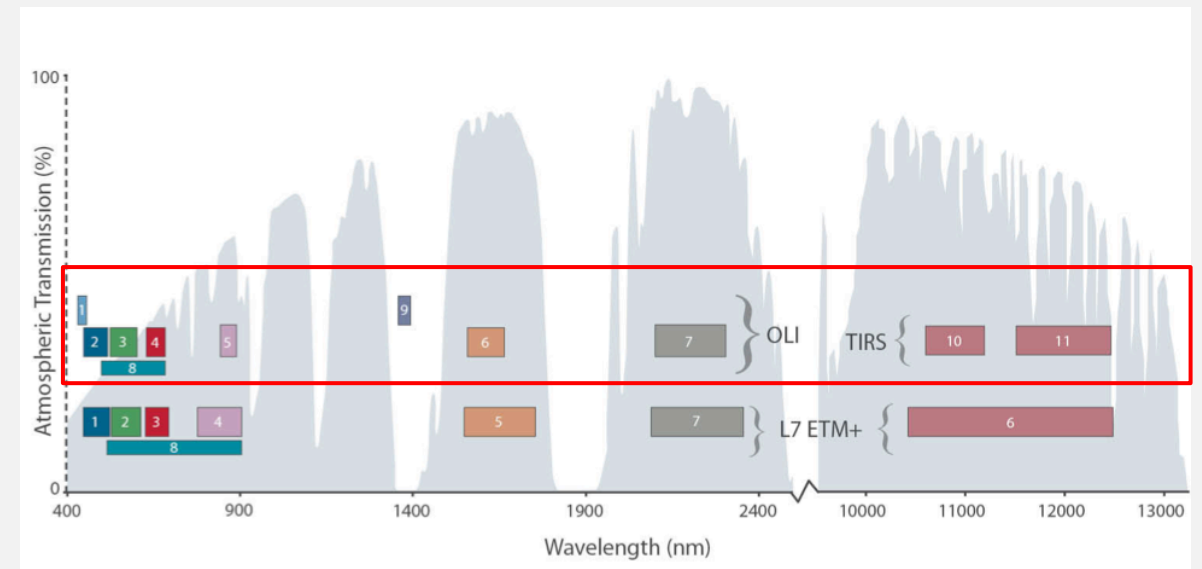
Operational Land Imager (OLI)

(Captador de imágenes terrestres operativo)

- 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

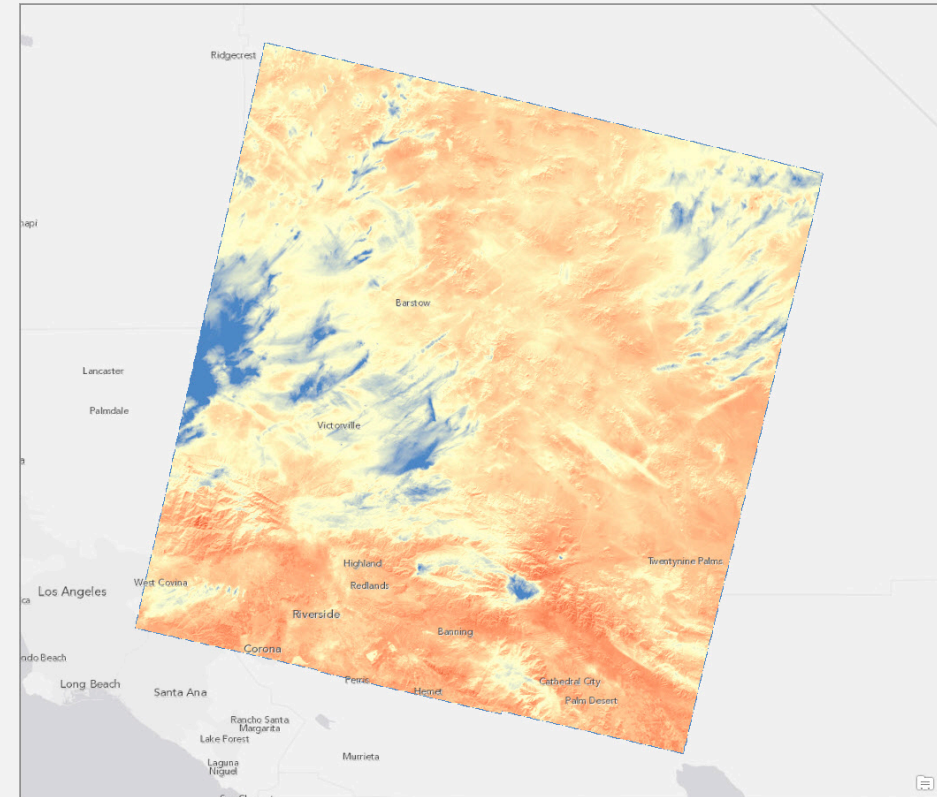
Bandas espectrales

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



Datos Landsat para aplicaciones de recursos hídricos

- Componente del agua dulce
 - Evapotranspiración (ET)
- Datos Landsat utilizados:
 - Emisión termal infrarroja
 - Azul, verde, roja
 - Reflectancia espectral casi infrarroja
- Uso:
 - Derivar temperatura en la superficie
 - Cubierta terrestre para calcular ET



Temperatura de luminosidad de Landsat TIR en California donde se notaron temperaturas inusualmente cálidas para la estación el 16 de diciembre de 2013. Credit: <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2014/01/06/deriving-temperature-from-landsat-8-thermal-bands-tirs/>

¿Dónde adquirir imágenes y datos de reflectancia espectral de Landsat?

USGS Earth Explorer

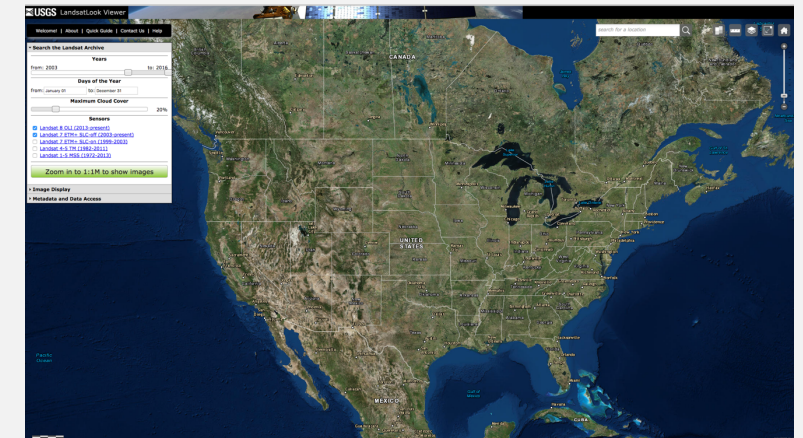
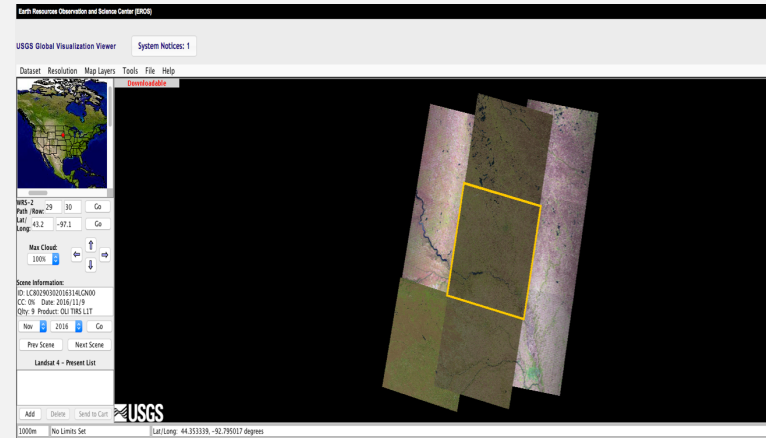
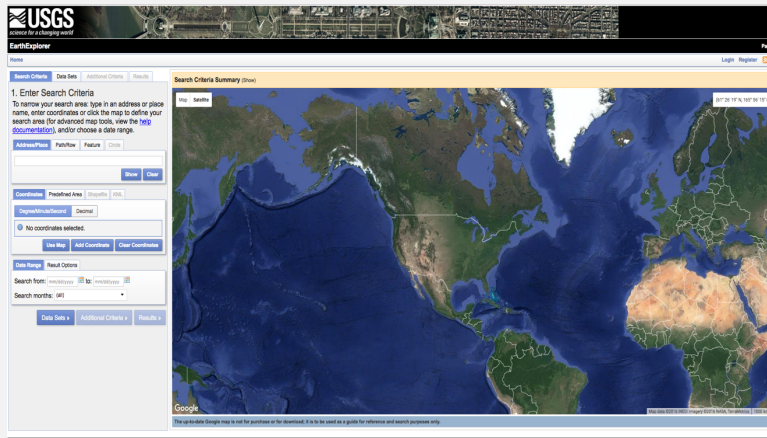
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

USGS Global Visualization Viewer

<http://glovis.usgs.gov/>

USGS Landsatlook Viewer

<http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>

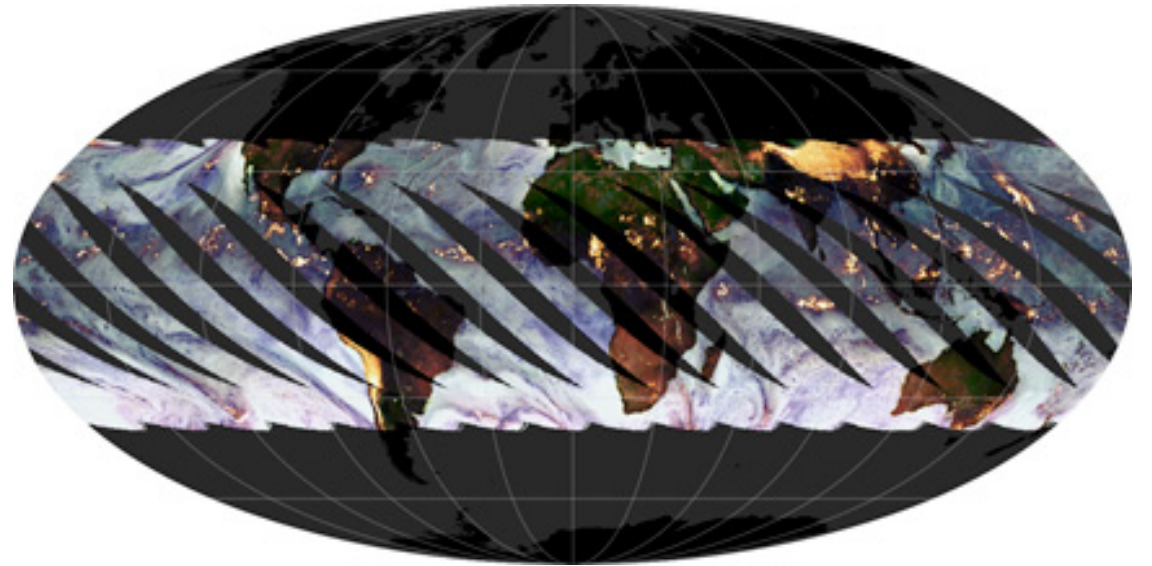


TRMM- Satélite y sensores

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

- Misión colaborativa entre la NASA y la JAXA (agencia espacial japonesa)
- En órbita no polar, de baja inclinación
- Altitud de aproximadamente 350 km, elevada a 403 km a partir del 23 de agosto de 2001
- Cobertura espacial
 - 16 órbitas TRMM al día cubriendo latitudes tropicales entre 35°S – 35°N
- Tiempo de revisita: 11-12 horas
 - La hora de observación cambia a diario
- Sensores:
 - TMI, PR, VIRS, LIS, CERES

Órbitas de TRMM



TRMM Microwave Imager (TMI)

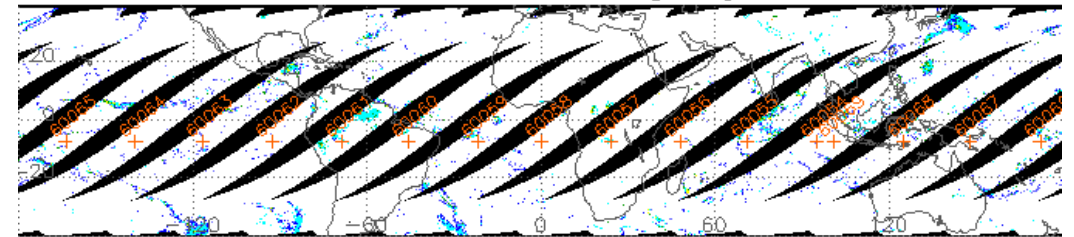
(Captador de imágenes de microondas TRMM)

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

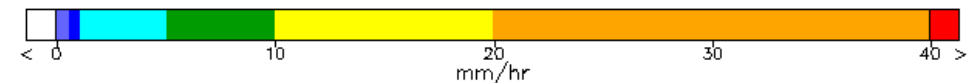
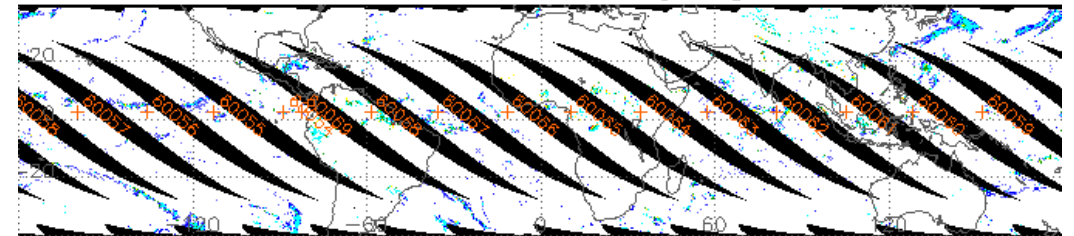
- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180°-180°, 35°S-35°N
 - Barrido: 760km (878km después de 8/2001)
 - Resolución vertical:
 - 0.5 km de la superficie – 4 km
 - 1.0 km de 4-6 km
 - 2.0 km de 6-10 km
 - 4.0 km de 10-18 km
- Resolución y cobertura temporal:
 - 27 de noviembre de 1998 – 15 de abril de 2015
 - 16 órbitas por día
- Frecuencias de canales:
 - 10.7, 19.4, 21.3, 37, 85.5 GHz

Barridos de TMI

2A12 TMI Profile Ascending Image



2A12 TMI Profile Descending Image



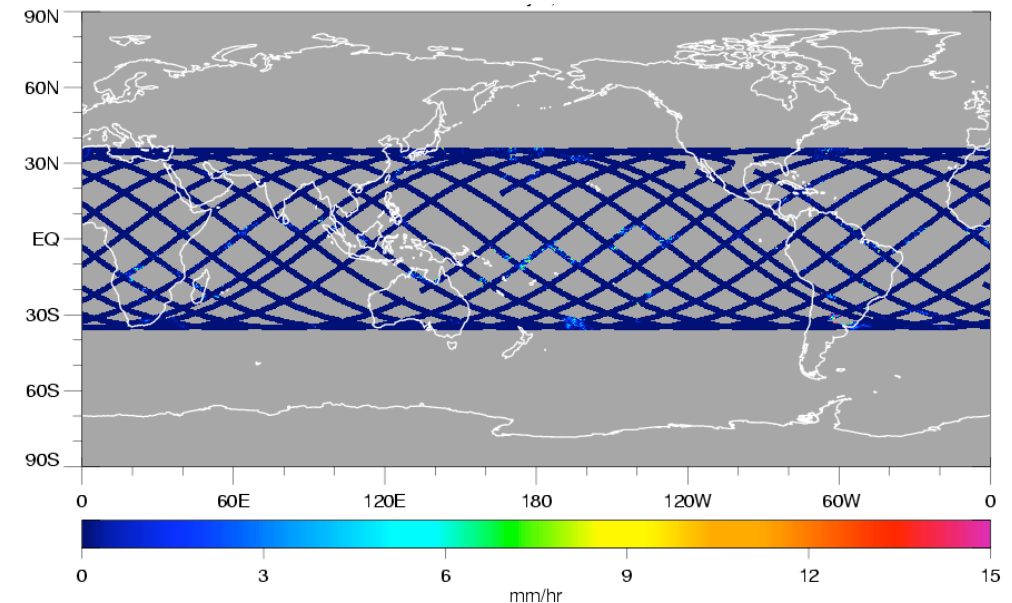
2008/05/31 image contains 16 orbits, orbit numbers from 60054 to 60069

Precipitation Radar (PR)

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

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

PR Swaths

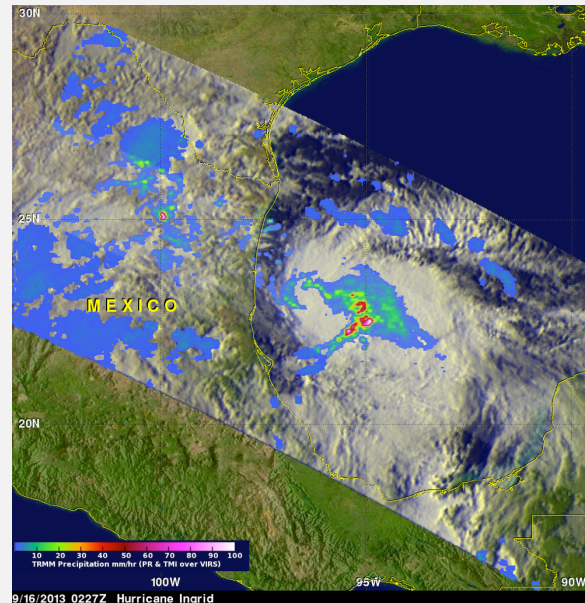


Kummerow, C., et. al, 1998: The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package, J. Atmos. Oceanic Technol., 15, 809-817.

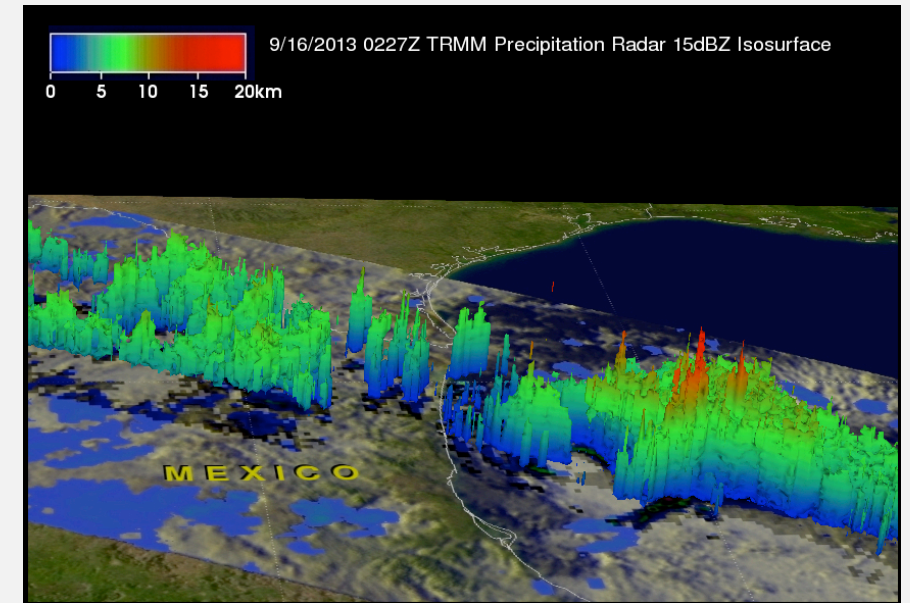
Datos TRMM para aplicaciones de recursos hídricos

- Componente del agua dulce:
 - Tasa pluvial
- Datos TRMM utilizados:
Temperaturas de luminosidad TMI, reflectividad PR, Temperatura de luminosidad y reflectancia VIRS
- Lluvia TMI y PR el 16 de septiembre de 2013 a las 2h27 UTC cuando TRMM voló sobre el huracán Ingrid en el Golfo de México
- PR muestra la estructura de la lluvia en 3D

Lluvia TMI



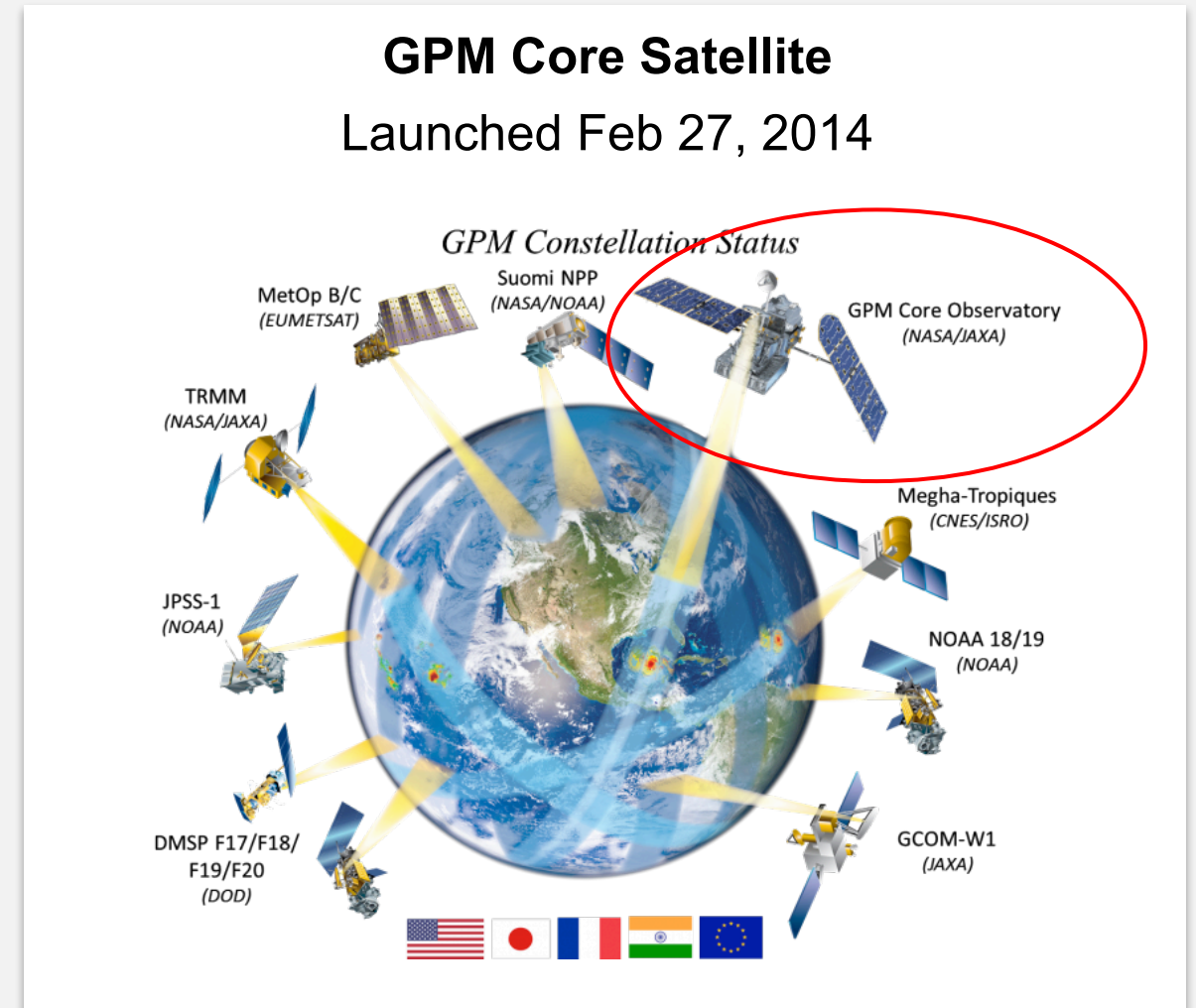
Lluvia PR



GPM- Satélites y sensores

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

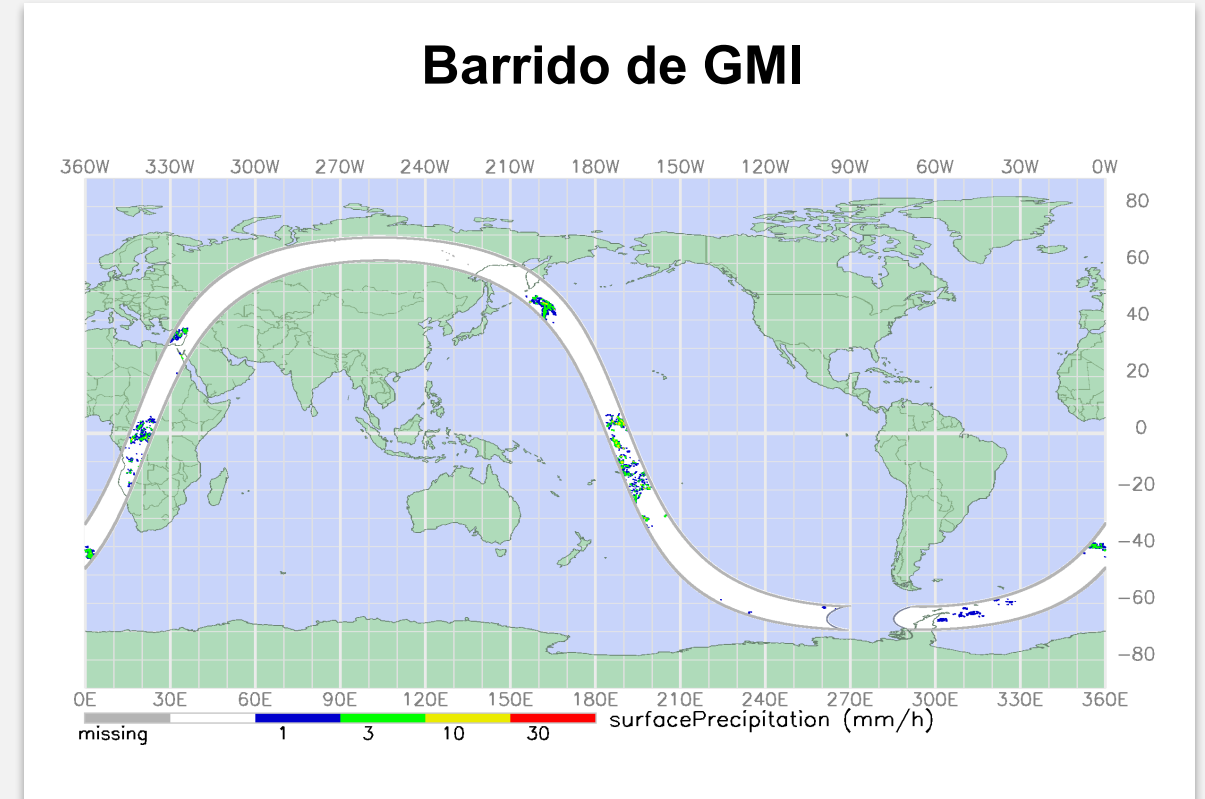
- Misión colaborativa entre la NASA e la JAXA (Agencia espacial japonesa)
- El satélite principal GPM (core) está en órbita no polar de baja inclinación
 - Altitud: 407 km
- Cobertura espacial:
 - 16 órbitas al día cubriendo latitudes tropicales entre 65°S – 65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un tiempo de revisita de 1 a 2 horas sobre tierra
- Sensores:
 - GMI, DPR



GPM Microwave Imager (GMI)

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

- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180° - 180° , 65° S- 65° N
 - Barrido: 885 km
 - Resolución espacial: 4.4-32 km
 - Resolución vertical:
 - 0.5 km de la superficie – 4 km
 - 1.0 km de la 4-6 km
 - 2.0 km de la 6-10 km
 - 4.0 km de la 10-18 km
- Cobertura y resolución temporal:
 - Feb 2014 – presente
 - Observaciones de ~2-4 horas
- Frecuencias de canales:
 - 10.6, 18.7, 23.8, 36.5, 89, 166, 183 GHz



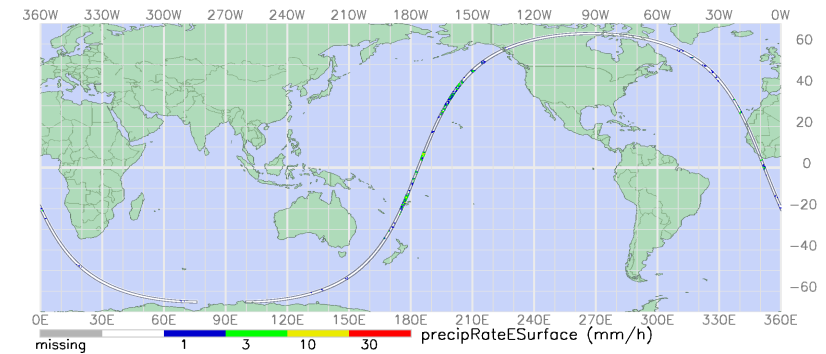
Dual Precipitation Radar (DPR)

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

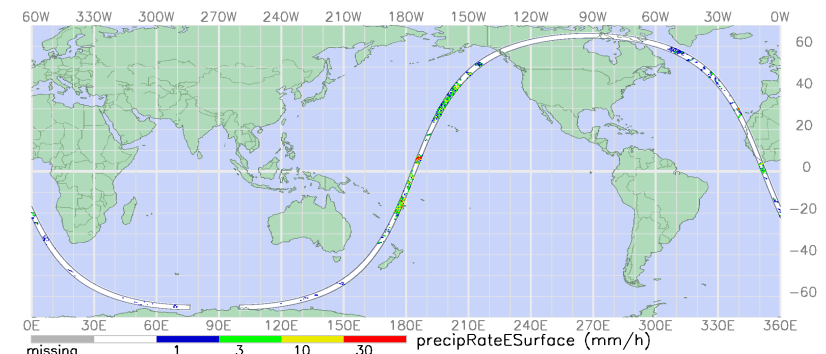
- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180° - 180° , 65° S- 65° N
 - Barrido: 120 km (Ka) and 245 km (Ku)
 - Resolución espacial: 5.2 km
 - Resolución vertical: 250 m (de 0 a 20 km)
- Cobertura y resolución temporal:
 - 27 de febrero de 2014 – presente
 - Observaciones de ~2-4 horas
- Frecuencias: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

Barridos de DPR

Ka 35.5 GHz

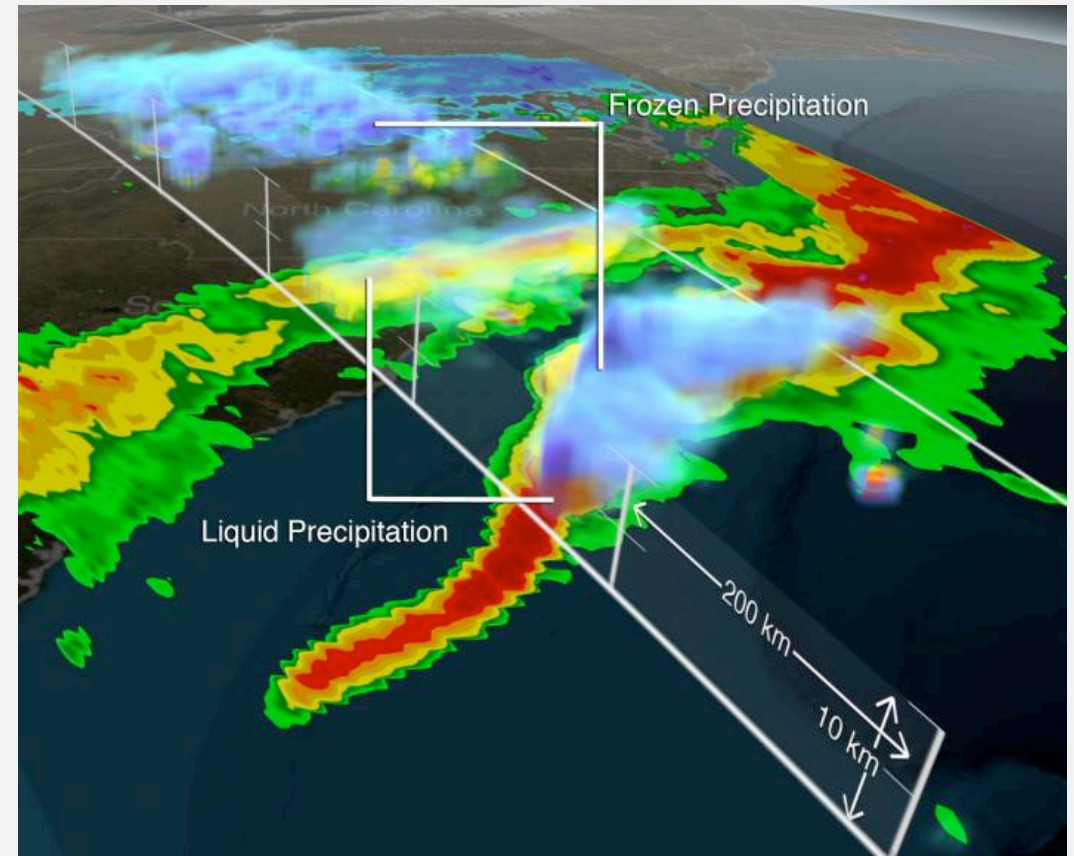


Ku 13.6 GHz



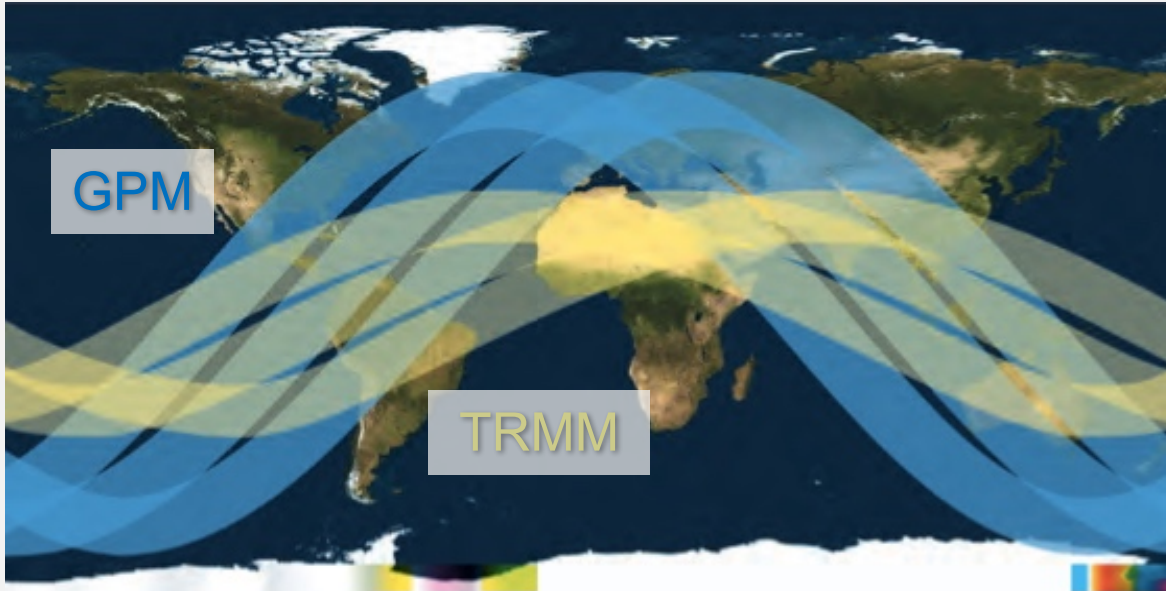
Datos GPM para aplicaciones de recursos hídricos

- Componente del agua dulce:
 - Continúa a informar tasas pluviales después de TRMM
- Brinda estimaciones de tasas de nieve
- Datos GPM utilizados:
 - Temperaturas de luminosidad GMI
 - Reflectividades DPR



Una tormenta sobre el este de Estados Unidos mostrando precipitación, de lluvia a nieve. Observada por GPM Core Satellite el 17 de marzo de 2014. Crédito: <https://pmm.nasa.gov/image-gallery/gpm-data-march-2014-east-coast-snowstorm>

Comparación entre TRMM y GPM



- Las mediciones TRMM están limitadas al trópico. Las mediciones GPM comprenden latitudes medias y altas.

- GMI y DPR ofrecen un estándar de referencia mejorada para la intercalibración de mediciones de precipitaciones de la constelación comparadas con TMI/PR
- Mejor exactitud de mediciones para GMI y DPR
- GMI tiene una resolución espacial más alta que TMI
- Detección de lluvia ligera y nieve en GPM (TRMM no puede detectar lluvia $<0.5\text{mm/hora}$)
- DPR tiene mejor identificación de partículas de precipitación, líquida, helada y de fase mixta

Algoritmos multisatelitales para TRMM y GPM

<http://pmm.nasa.gov/science/precipitation-algorithms/>

- Los satélites TRMM y GPM se utilizan para calibrar observaciones de microondas de una constelación de satélites nacionales e internacionales
- Estos algoritmos multi-satelitales permiten una cobertura espacial y temporal mejorada de datos de precipitaciones
- TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (**TMPA**) se usa comunmente para aplicaciones
- TMPA se extenderá para igualar a “Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM” o **IMERG (Recuperaciones multi-satelitales integradas para GPM)**

References:

Huffman, G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, G. Gu, E.J. Nelkin, K.P. Bowman, E.F. Stocker, D.B. Wolff, 2007: The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis: Quasi-Global, Multi-Year, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale. J. Hydrometeor., 8, 33-55. [IMERG ATBD V4.5.pdf](#)

TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA)

http://precip.gsfc.nasa.gov/trmm_comb.html

- TMPA combina tasas pluviales de PR y TMI
- Intercalibra tasas pluviales pasivas de otros sensores satelitales (TMI, SSM/II, AMSR, AMSU-B, MHS, radiómetros IR)*
- Intercalibra con mediciones infrarrojas de satélites geoestacionarios nacionales e internacionales y satélites de la NOAA usando VIRS
- El producto pluvial final es calibrado con análisis de pluviómetros en escala temporal mensual
- SSM/I y SSMIS: Special Sensor Microwave Imager y Special Sensor Microwave Imager/Sounder – sensor en el proyecto Defense Meteorology Satellite Project (DMSP)

AMSR: Advanced Microwave Scanning Radiometer – sensor en el satélite Aqua de la NASA

AMSU: Advanced Microwave Sounding Unit –sensor en un satélite operativo de la NOAA

Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG)

(Recuperaciones multi-satelitales integradas para GPM)

https://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_ATBD_V4.5.pdf

- Similar en concepto al TMPA
- La constelación de satélites GPM incluye:
 - GCOM-W, DMSP, Megha-Tropiques, MetOp-B, NOAA-N', NPP, NPOESS
- El producto pluvial final es calibrado con análisis de pluviómetros en escala temporal mensual

¿Dónde adquirir datos TRMM y GPM?

Precipitation Measurement Missions: <http://pmm.nasa.gov/>

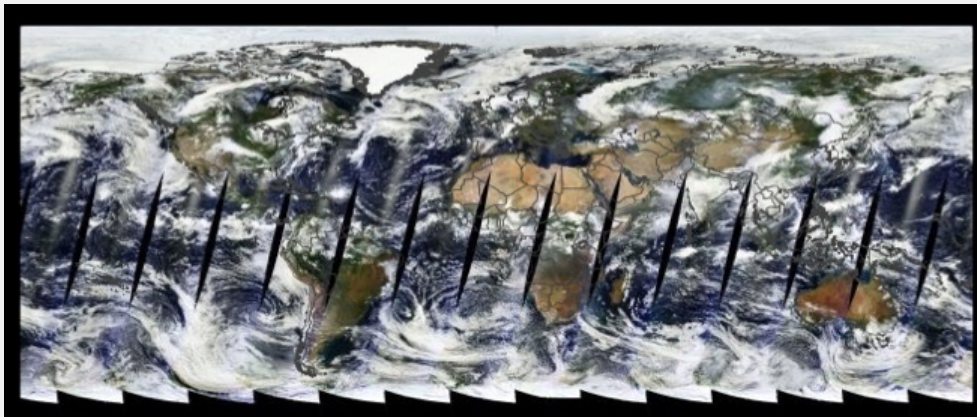
The screenshot shows the NASA website for Precipitation Measurement Missions. At the top, the NASA logo and 'GODDARD SPACE FLIGHT CENTER' are visible. A search bar is on the right. The main heading is 'PRECIPITATION MEASUREMENT MISSIONS'. Below this is a navigation menu with links: Home, GPM, TRMM, Science, Applications, Meetings, Data Access, Resources, and Education. The 'Data Access' link is highlighted with a red box and a red arrow. The main content area includes a featured article 'The Art of Creating Digital Hurricanes' with a satellite image of a hurricane, and two mission cards: 'TRMM TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION' and 'GPM GLOBAL PRECIPITATION MEASUREMENT'. At the bottom, there are sections for 'LATEST HALF-HOURLY PRECIPITATION' and 'EXTREME WEATHER NEWS'.

- Alberga toda la información relacionada con TRMM y GPM
- Enlaces de acceso a datos de Nivel-1 a Nivel-3

Terra y Aqua

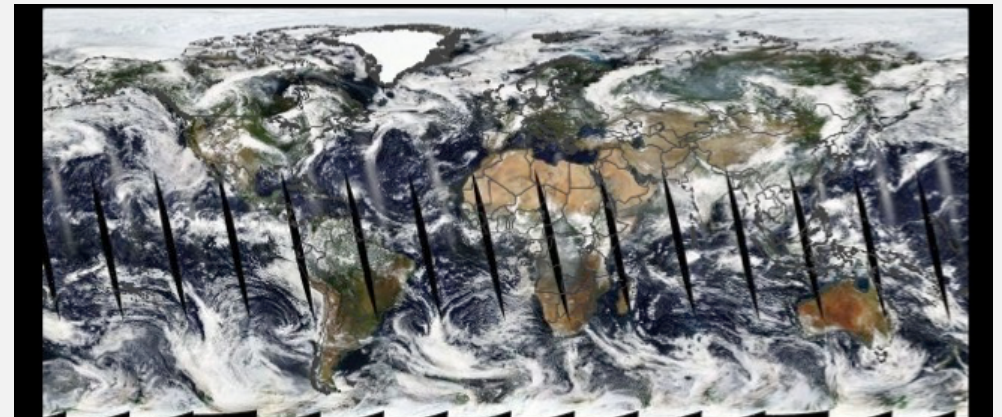
Terra

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 10h30
- Cobertura mundial
- 18 de diciembre de 1999 – presente
- 1-2 observaciones al día
- Sensores:
 - ASTER, CERES, MISR, **MODIS**, MOPITT



Aqua

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 13h30
- Cobertura mundial
- 4 de mayo de 2002 – presente
- 1-2 observaciones al día
- Sensores:
 - AIRS, AMSU, CERES, **MODIS**, AMSR-E



MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

(Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada)

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

- Abordo de Terra y Aqua
- Diseñado para observaciones de la tierra, atmósfera, océano y criósfera
- Cobertura y resolución espacial:
 - Mundial, barrido: 2,330 km
 - Resolución espacial varía: 250 m, 500 m, 1 km
- Cobertura y resolución temporal:
 - 2000-presente, 2 veces al día

Bandas espectrales

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

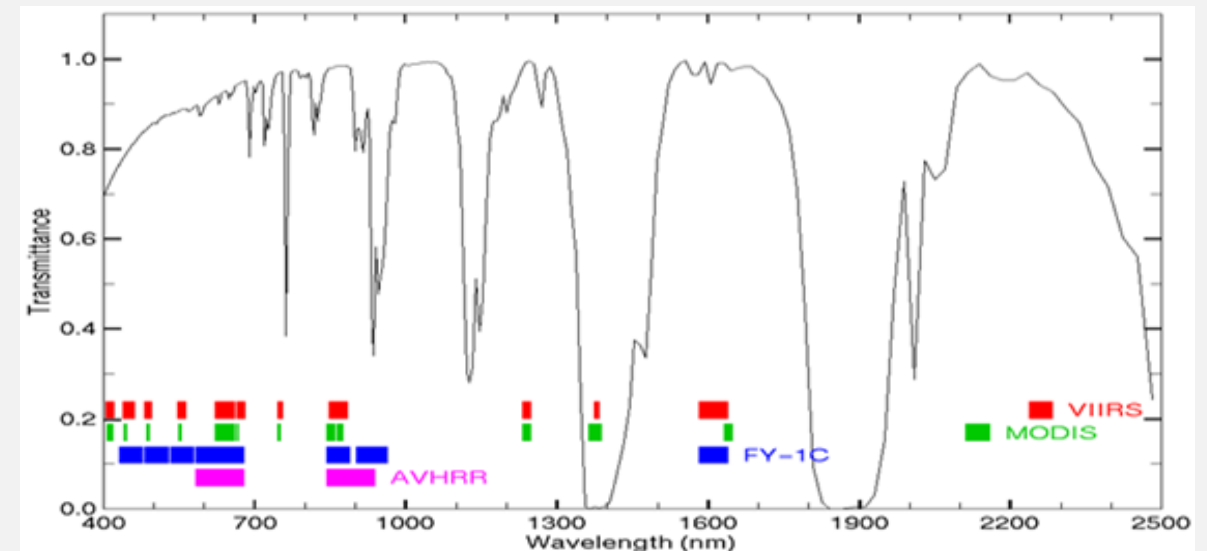
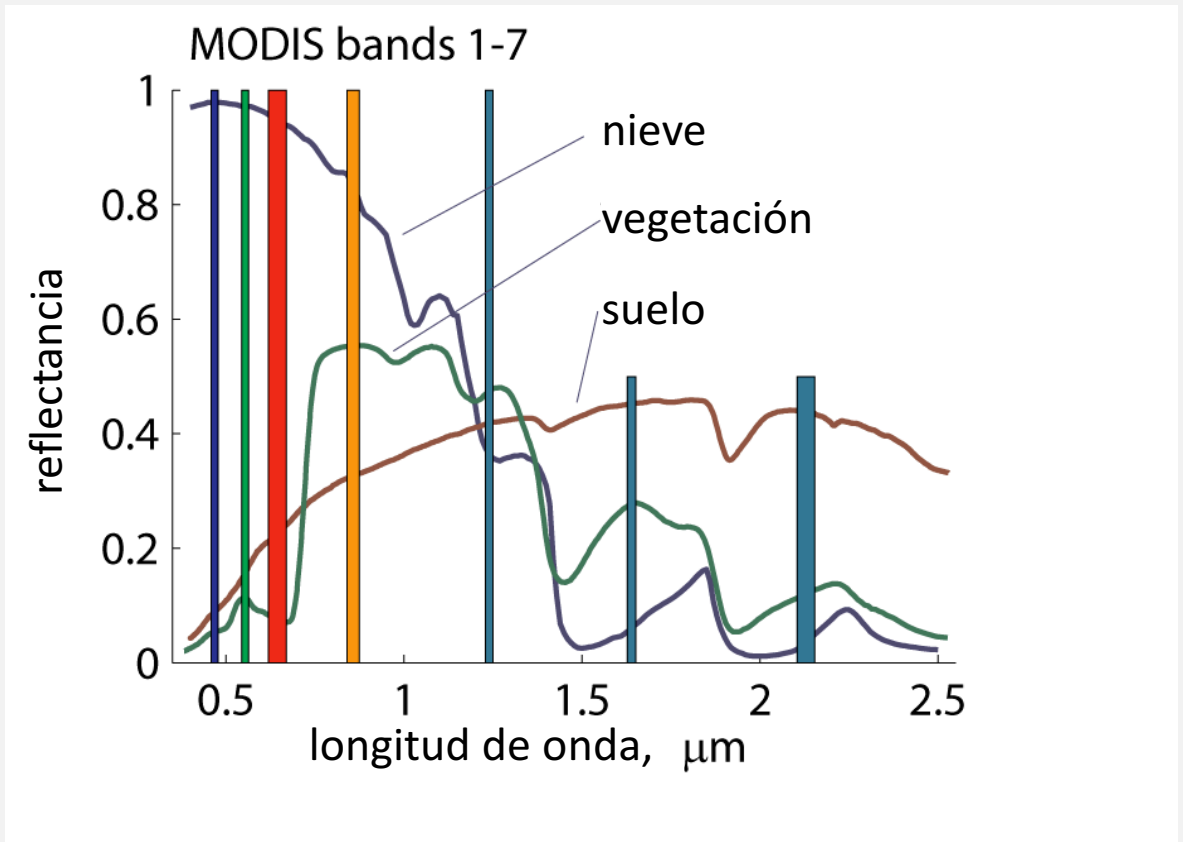


Image Credit: <http://cimss.ssec.wisc.edu/>

Datos MODIS para la gestión de recursos hídricos

- Componente del agua dulce:
 - Cubierta de nieve
 - Índice de diferencia de vegetación normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI) – se usa para estimar ET
- Dos productos del manto de nieve basados en reflectancia espectral MODIS
 - Producto MODIS estándar
 - Manto de nieve fraccional
 - Producto MODIS Snow Covered Area and Grain size (MODSCAG)*
 - Manto de nieve fraccional
 - Tamaño de gránulo
 - Equivalente en agua de la nieve

*Área cubierta de nieve y tamaño de gránulo



¿Dónde conseguir productos MODIS estándares del manto de nieve?

National Snow and Ice Data Center

http://nsidc.org/data/modis/data_summaries#snow

NASA Reverb ECHO

<http://reverb.echo.nasa.gov>

Snow Cover

Version 6 | Version 5

The following Version 6 snow cover data sets are currently available at NSIDC. This table will be updated as new data sets are released. NSIDC will continue to distribute Version 5 until Version 6 reprocessing is complete.

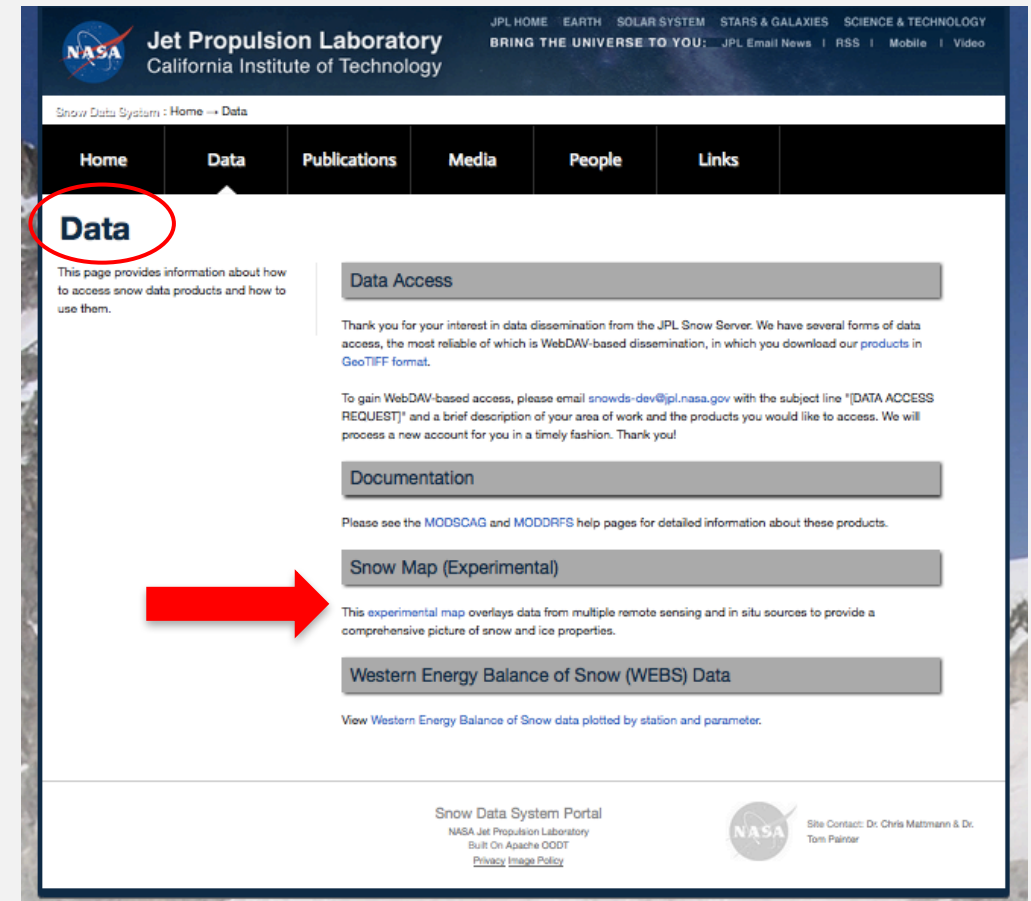
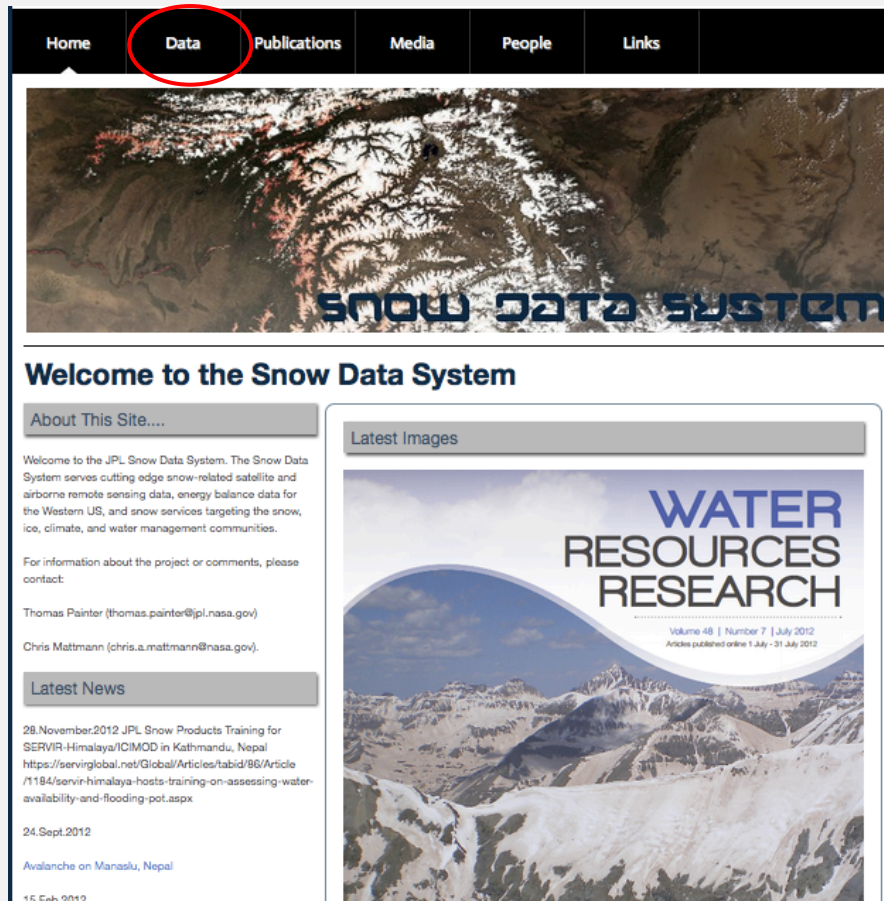
ID	Title	Spatial Resolution	Temporal Resolution	Parameters
MYD10_L2	MODIS/Aqua Snow Cover 5-Min L2 Swath 500m, Version 6	500 m	5 minute	Snow Cover
MOD10_L2	MODIS/Terra Snow Cover 5-Min L2 Swath 500m, Version 6	500 m	5 minute	Snow Cover
MYD10A1	MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid, Version 6	500 m	1 day	Albedo, Snow Cover
MOD10A1	MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid, Version 6	500 m	1 day	Albedo, Snow Cover
MYD10C1	MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 Deg	1 day	Snow Cover
MOD10C1	MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 Deg	1 day	Snow Cover
MYD10A2	MODIS/Aqua Snow Cover 8-Day L3 Global 500m Grid, Version 6	500 m	8 day	Snow Extent
MOD10A2	MODIS/Terra Snow Cover 8-Day L3 Global 500m Grid, Version 6	500 m	8 day	Snow Extent
MYD10C2	MODIS/Aqua Snow Cover 8-Day L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 deg	8 day	Snow Extent
MOD10C2	MODIS/Terra Snow Cover 8-Day L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 deg	8 day	Snow Extent
MYD10CM	MODIS/Aqua Snow Cover Monthly L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 deg	1 month	Snow Cover
MOD10CM	MODIS/Terra Snow Cover Monthly L3 Global 0.05Deg CMG, Version 6	0.05 deg	1 month	Snow Cover

Note: Reprocessing to Version 6 is complete for all MODIS snow cover data sets. For more information, see [MODIS | V6 Reprocessing Plan](#).

The screenshot shows the NASA Reverb ECHO search interface. The page is titled "Step 1: Select Search Criteria" and "Step 2: Select Datasets". The search options include Spatial, Temporal, Platforms & Instruments, Campaigns, Processing Levels, and Science Keywords. A map of the world is displayed with a bounding box set over the North Pole region. The search terms "MYD10C1" are entered, and the interface shows the results of the search, including a list of datasets and their metadata.

¿Dónde conseguir datos de la nieve MODSCAG?

Disponibles del JPL Snow Data Server: <http://snow.jpl.nasa.gov/portal/>

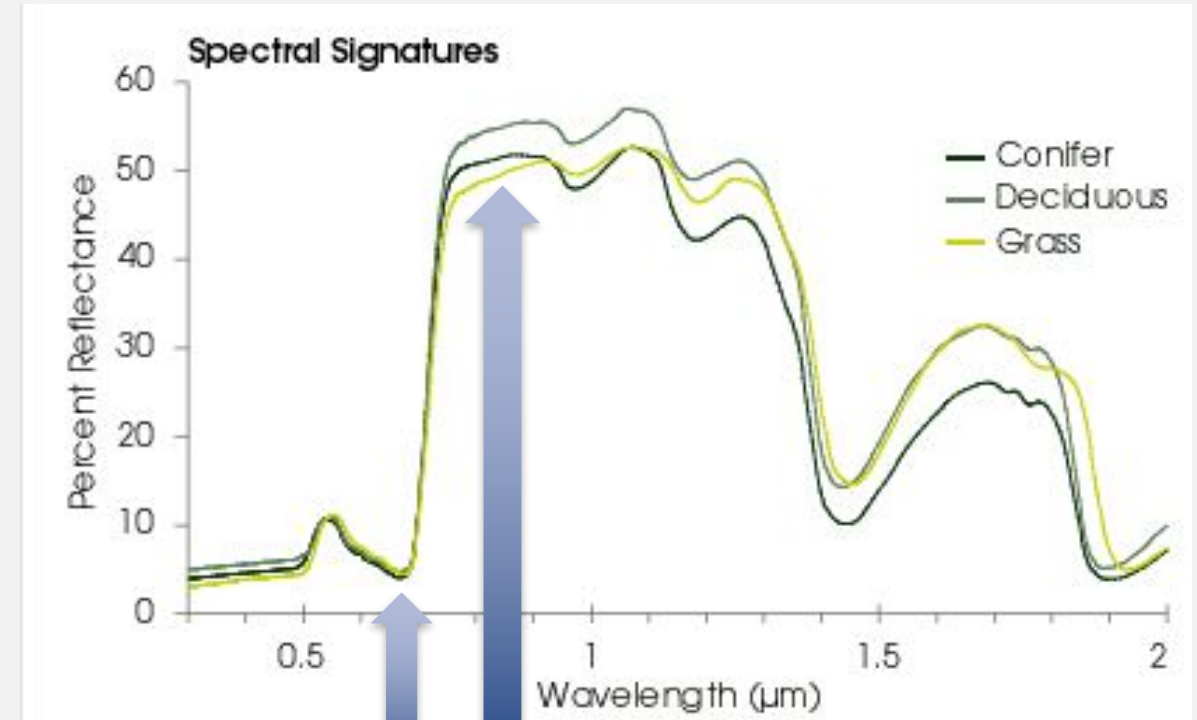


Índice de diferencia de vegetación normalizada* MODIS

<http://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/advancedNDVI>

- Basado en la relación entre longitudes de onda rojas e infrarrojas
 - la clorofila absorbe fuertemente las visibles (rojas)
 - la estructura de las plantas refleja estrechamente las casi infrarrojas
- $$\text{NDVI} = \frac{\text{Casi infrarroja} - \text{Roja}}{\text{Casi infrarroja} + \text{Red}}$$
- Valores varían entre -1.0 y 1.0
 - Valores negativos (– 0) significan que no hay hojas verdes
 - Valores cerca de 1 indican la mayor densidad posible de hojas verdes

*NDVI por sus siglas en inglés



Roja

Casi infrarroja

¿Dónde obtener el MODIS NDVI?

Disponible del Centro de archivos distribuidos de procesos terrestres (Land Process Distributed Archive Center o LPDAAC):

https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table

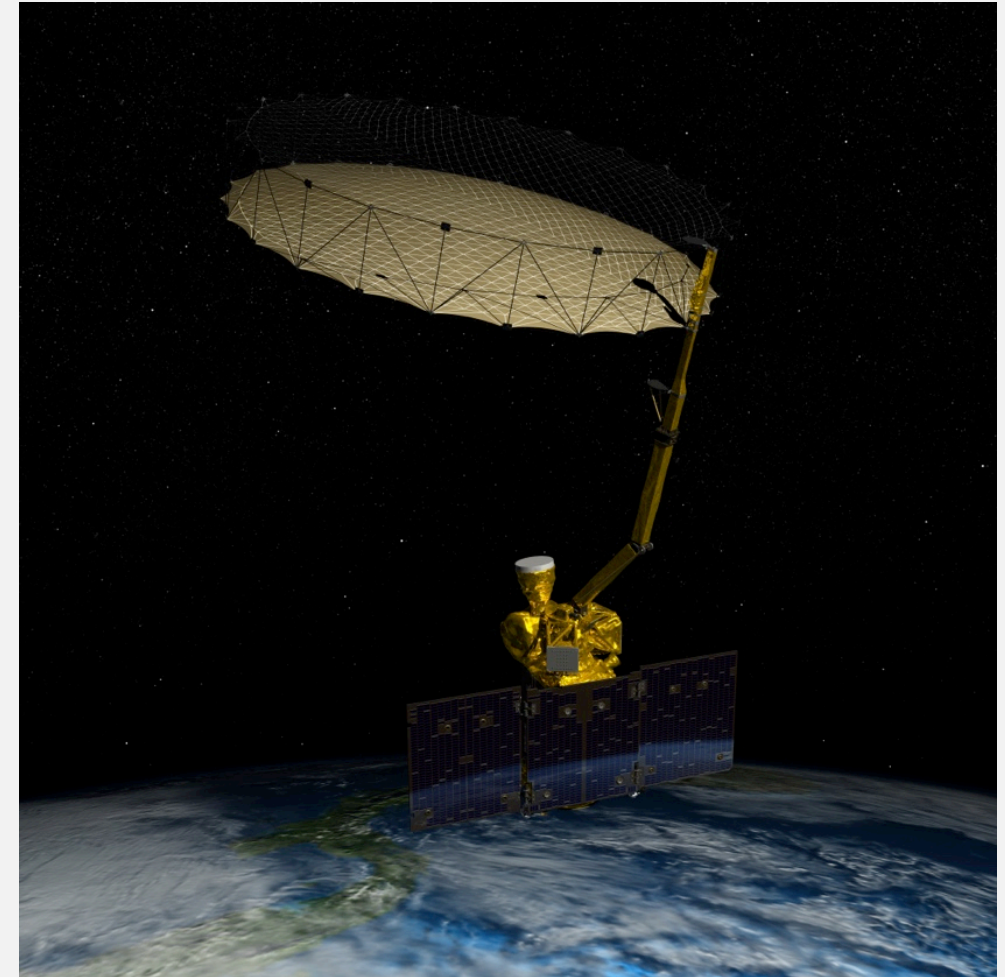
MOD13A1	Terra MODIS	Vegetation Indices	Terra	500	Composites
MOD13A2	Terra MODIS	Vegetation Indices		1000	Composites
MOD13A3	Terra MODIS	Vegetation Indices		1000	Monthly
MOD13C1	Terra MODIS	Vegetation Indices		5600	Composites
MOD13C2	Terra MODIS	Vegetation Indices		5600	Monthly
MOD13Q1	Terra MODIS	Vegetation Indices		250	Composites
MYD13A1	Aqua MODIS	Vegetation Indices	Aqua	500	Composites
MYD13A2	Aqua MODIS	Vegetation Indices		1000	Composites
MYD13A3	Aqua MODIS	Vegetation Indices		1000	Monthly
MYD13C1	Aqua MODIS	Vegetation Indices		5600	Composites
MYD13C2	Aqua MODIS	Vegetation Indices		5600	Monthly
MYD13Q1	Aqua MODIS	Vegetation Indices		250	Composites

Soil Moisture Active Passive (SMAP)

(Humedad del suelo activo pasivo)

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

- Órbita polar
 - Altitud: 685 km
- Cobertura espacial:
 - Global
- Lanzado el 31 de enero de 2015
- Cobertura temporal:
 - abril 2015 – presente
- Sensores:
 - Radiómetro de microondas
 - Radar de microondas (no disponible actualmente)

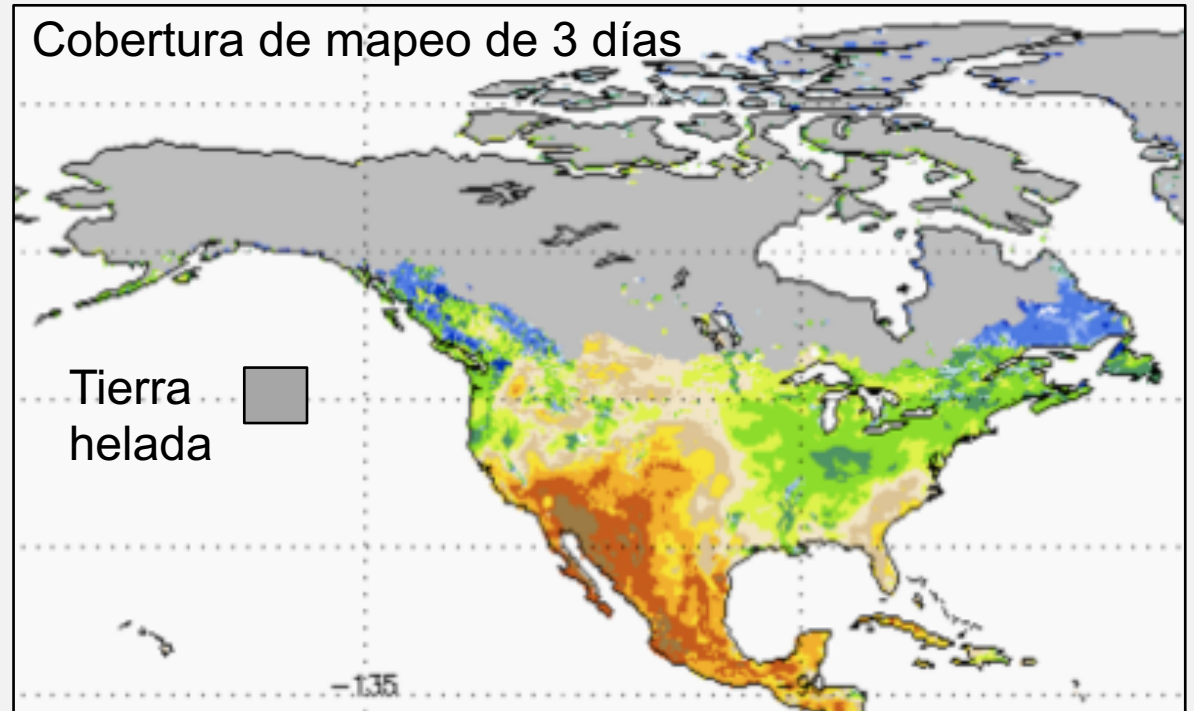


SMAP- Radiómetro y radar de microondas

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

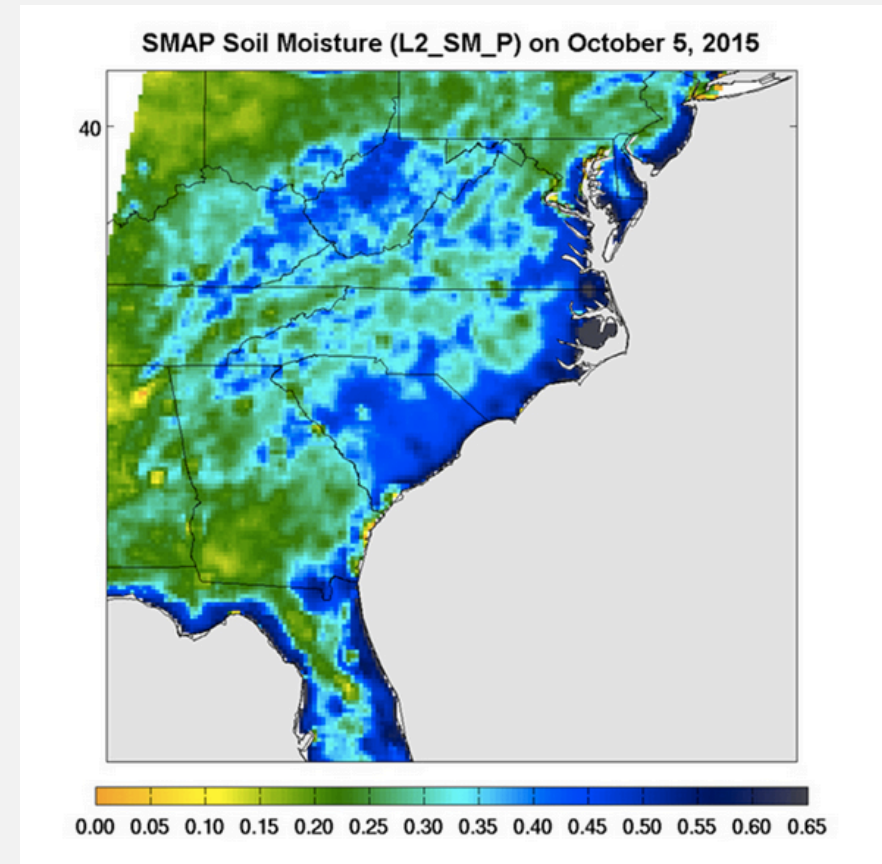
- Radiómetro:
 - Barrido: 1,000 km
 - Frecuencia: 1.41 GHz
 - Polarización: H, V, 3^{er} y 4^{to} Stokes
 - Resolución: 40 km
- Radar: diseñado para funcionar como radar de apertura sintética (Synthetic Aperture Radar o SAR)
 - Frecuencia: 1.26 GHz
 - Polarización: VV, HH, HV
 - Resolución: 3 km
 - **Dejó de operar después del 7 de julio de 2015**
- Resolución temporal:
 - Cada 3 días

- Mide la humedad en los 5 cm superiores del suelo



SMAP- Datos para aplicaciones de recursos hídricos

- Componente del agua dulce:
 - Humedad del suelo superficial
 - Estado de hielo/deshielo
 - Humedad del suelo en la zona de raíces
- Datos SMAP utilizados: Temperaturas de luminosidad radiométricas



Humedad del suelo superficial de SMAP mostrando inundaciones en Carolina del Sur y Carolina del Norte en octubre 2015. Crédito: <http://smap.jpl.nasa.gov/news/1253/devastating-carolina-floods-viewed-by-nasas-smap/>

¿Dónde adquirir datos SMAP?

Están disponibles del National Snow & Ice Data Center:
<http://nsidc.org/data/search/#keywords=soil+moisture/>

The screenshot displays the NSIDC website interface. At the top, there is a navigation bar with 'DATA', 'RESEARCH', 'NEWS', and 'ABOUT' tabs. A search bar is visible. Below the navigation is a large map of the world with a semi-transparent box over it that reads 'Soil Moisture Active Passive Data (SMAP) NASA SMAP data at the NSIDC DAAC. Read more ...'. Below the map is a 'Scientific Data for Research' section with icons for 'Glaciers', 'Ice Sheets', 'Ice Shelves', 'Permafrost', 'Sea Ice', 'Soil Moisture', and 'Snow'. A red arrow points to the 'Soil Moisture' icon. To the right of the map is a search results page showing a list of data sets. The first four results are highlighted:

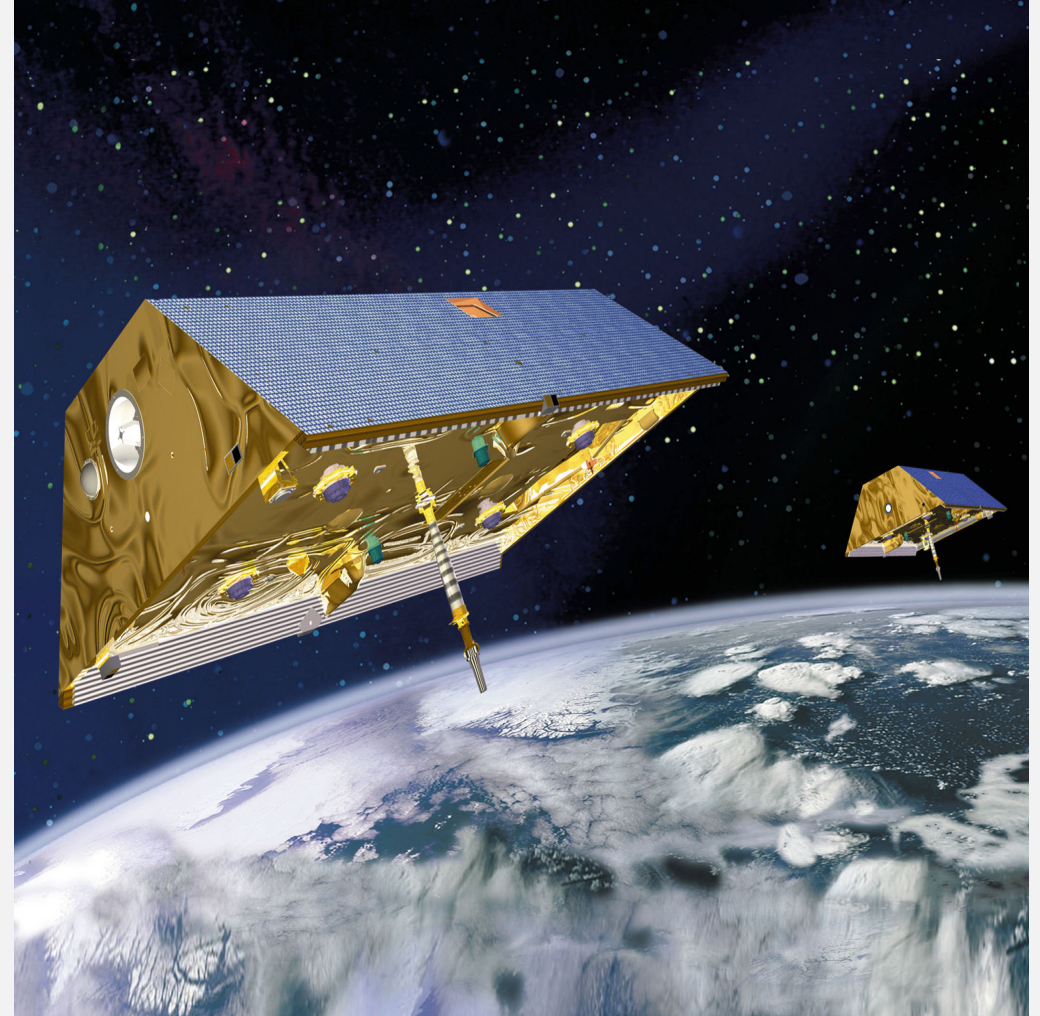
- SMAP L3 Radar Global Daily 3 km EASE-Grid Soil Moisture**
Temporal Coverage: 2015-04-13 to 2015-07-07
Parameter: Sigma Nought | Soil Moisture
Data Format: HDF5
Summary: This Level-3 (L3) soil moisture product provides a composite of daily estimates of global land surface conditions retrieved by the Soil Moisture Active Passive (SMAP) radar as ... More Detail
- SMAP L2 Radar Half-Orbit 3 km EASE-Grid Soil Moisture**
Temporal Coverage: 2015-04-13 to 2015-07-07
Parameter: Sigma Nought | Soil Moisture
Data Format: HDF5
Summary: This Level-2 (L2) soil moisture product provides estimates of global land surface conditions retrieved by the Soil Moisture Active Passive (SMAP) active radar during 6:00 a.m. ... More Detail
- SMAP L3 Radiometer Global Daily 36 km EASE-Grid Soil Moisture**
Temporal Coverage: 2015-03-31 to continuous
Parameter: Brightness Temperature | Soil Moisture
Data Format: HDF5
Summary: This Level-3 (L3) soil moisture product provides a composite of daily estimates of global land surface conditions retrieved by the Soil Moisture Active Passive (SMAP) passive ... More Detail
- SMAP L2 Radiometer Half-Orbit 36 km EASE-Grid Soil Moisture**
Temporal Coverage: 2015-03-31 to continuous
Parameter: Brightness Temperature | Soil Moisture
Data Format: HDF5
Summary: This Level-2 (L2) soil moisture product provides estimates of global land surface conditions retrieved by the Soil Moisture Active Passive (SMAP) passive microwave radiome ... More Detail

Datos de Nivel-2 a Nivel-4

Satélite GRACE

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

- Órbita polar heliosincrónica
- Sistema de satélites gemelos
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global
 - Resolución: 300-400 km
- Cobertura y resolución temporal:
 - 17 de marzo de 2002 – presente
 - 250 perfiles de gravedad al día



GRACE- Sensores

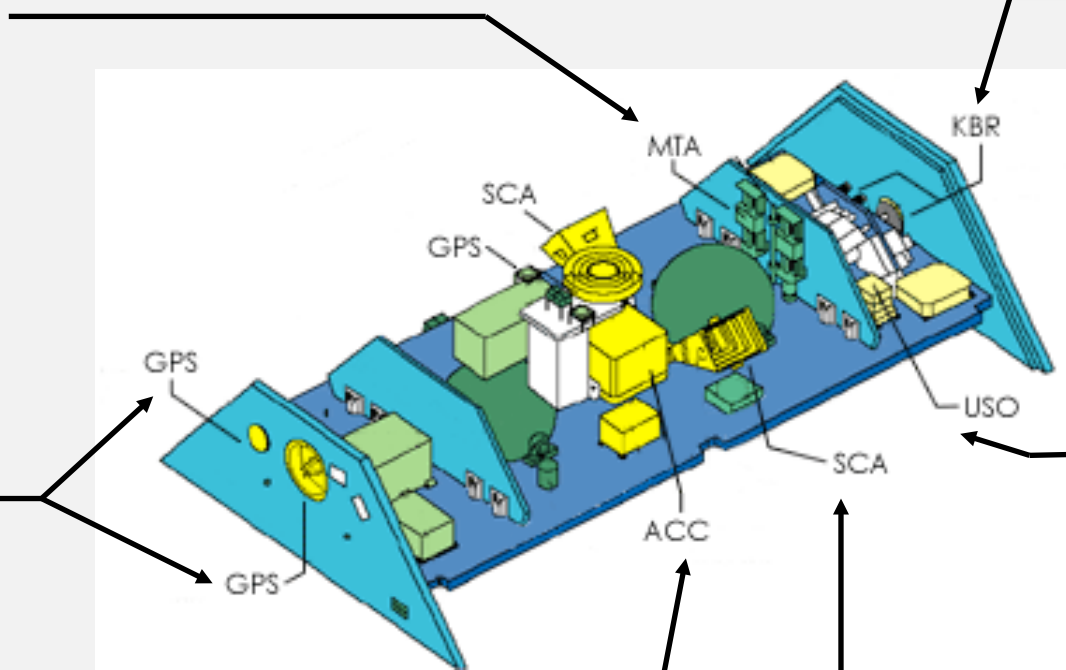
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GRACE/>

MTA (Center of Mass Trim Assembly)

Mide la compensación entre el centro de masa del satélite y la masa “a prueba de aceleración” y ajusta el centro de masa según sea necesario durante el vuelo

GPS (Black-Jack GPS Receiver and Instrument Processing Unit)

Reference:
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GRACE/page5.php>



ACC (SuperSTAR Accelerometers)

Mide las aceleraciones no gravitacionales actuando sobre el satélite

SCA (Star Camera Assembly)

Determina la orientación de los dos satélites rastreándolas con relación a la posición de las estrellas

KBR (K-band Ranging System)

Mediciones del cambio de distancia entre los dos satélites necesario para medir fluctuaciones en la gravedad

USO (Ultra Stable Oscillator)

Generación de frecuencia para el Sistema KBR

Datos GRACE para aplicaciones de recursos hídricos

Componente hidrológico: Aguas subterráneas

El agua subterránea se deriva del almacenamiento de aguas terrestres de GRACE

$$P - ET - Q = \Delta TWS$$

$$\Delta TWS = \Delta GW + \Delta SM + \Delta SWE + \Delta SW$$

$$\Delta GW = \Delta TWS - \Delta SM - \Delta SWE - \Delta SW$$

P = precipitación; ET = evapotranspiración; Q = descarga fluvial

ΔTWS = cambio en almacenamiento de aguas terrestres [de GRACE]

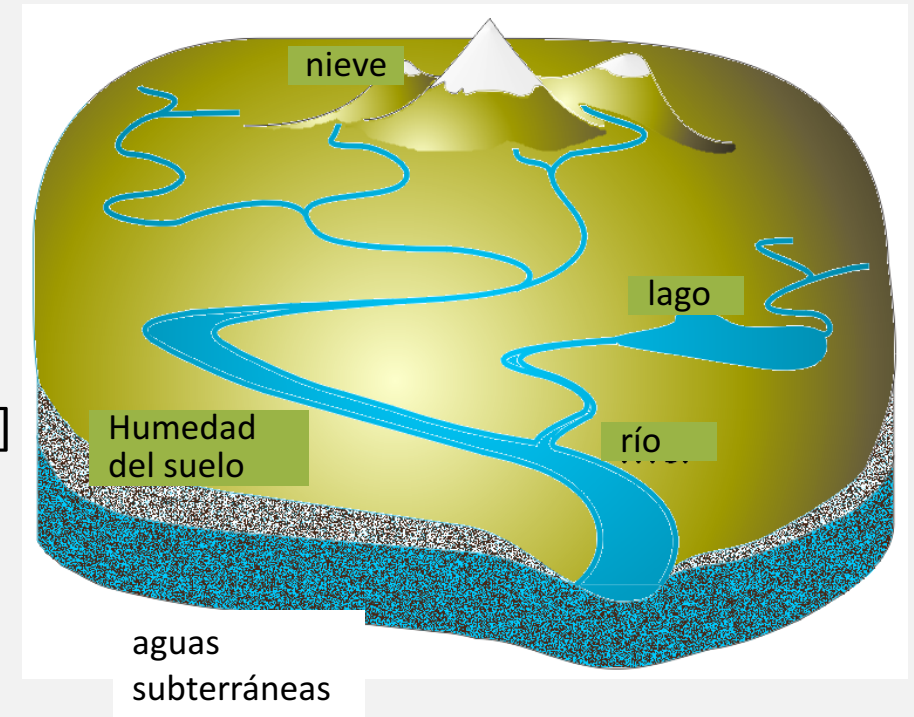
ΔGW = cambio en almacenamiento de aguas subterráneas [desconocido]

ΔSM = cambio en la humedad del suelo

ΔSWE = cambio en el equivalente en agua de la nieve

ΔSW = cambio en almacenamiento de aguas subterráneas

[ΔGW , ΔSM , ΔSW de modelos del Sistema de asimilación de datos terrestres Global Land Data Assimilation System (GLDAS)]

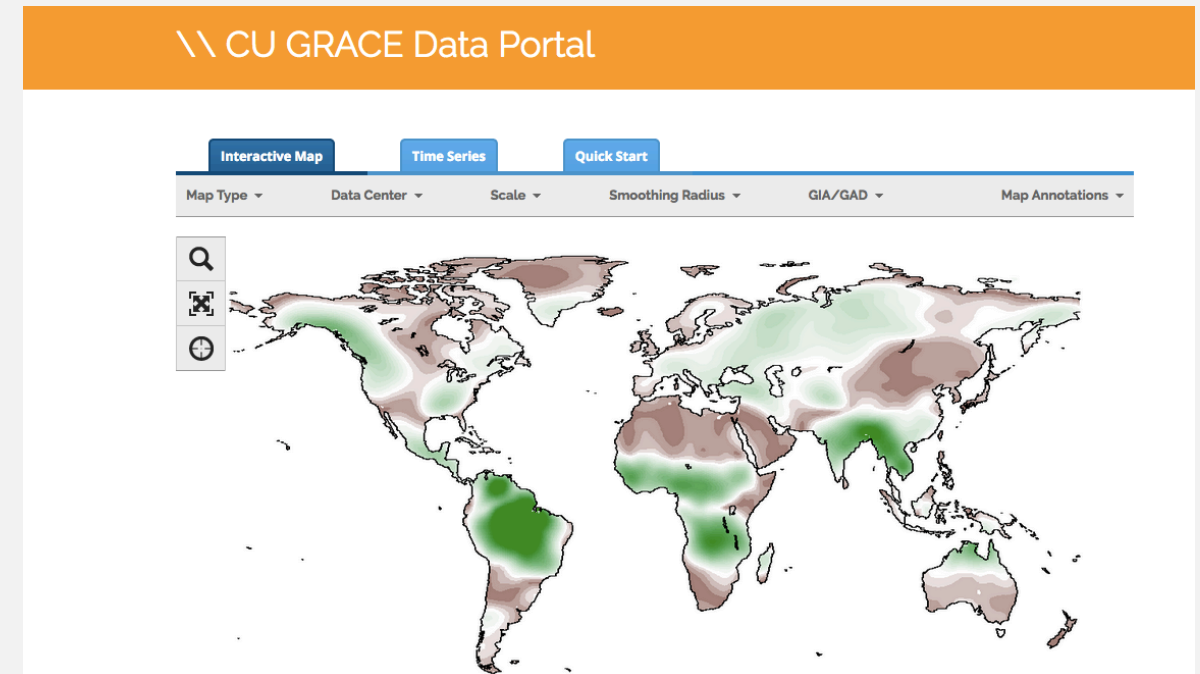


Reconocimientos: John Bolton (NASA-GSFC), Brian Thomas (NASA-JPL)

¿Dónde obtener datos de GRACE?

- Nivel-0 a Nivel-2
 - <ftp://podaac.jpl.nasa.gov/allData/grace/>
 - <http://www.csr.utexas.edu/grace/>
 - <http://isdc.gfz-potsdam.de>
- Nivel 3
 - <http://grace.jpl.nasa.gov/data/>
 - ICGEM - <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>
 - <http://geoid.colorado.edu/grace/>

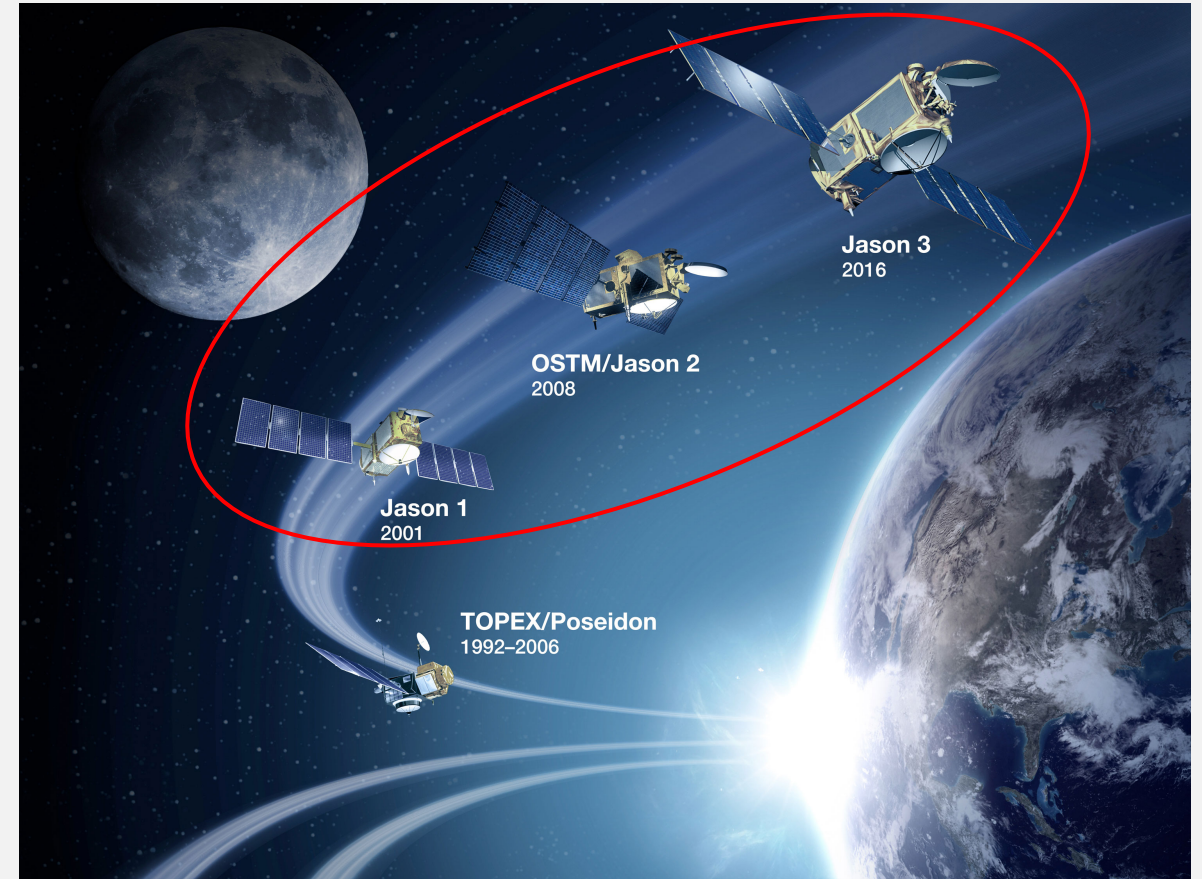
- GRACE Interactive Data Analysis and Download Portal:
 - <http://geoid.colorado.edu/grace/>



Jason 1, 2 y 3

<http://sealevel.jpl.nasa.gov/missions/>

- Órbita no polar
- Cobertura espacial:
 - Cubre más del 95% de los océanos del mundo
 - 66°S-66°N
- Cobertura temporal:
 - Tiempo de revisita: 10 horas
 - Jason-1 diciembre de 2001 a julio de 2013
 - Jason-2 6/2008-presente
 - Jason-3 1/2016-presente
- Sensores:
 - Altimetro Poseidón
 - Advanced Microwave Radiometer (AMR) y DORIS

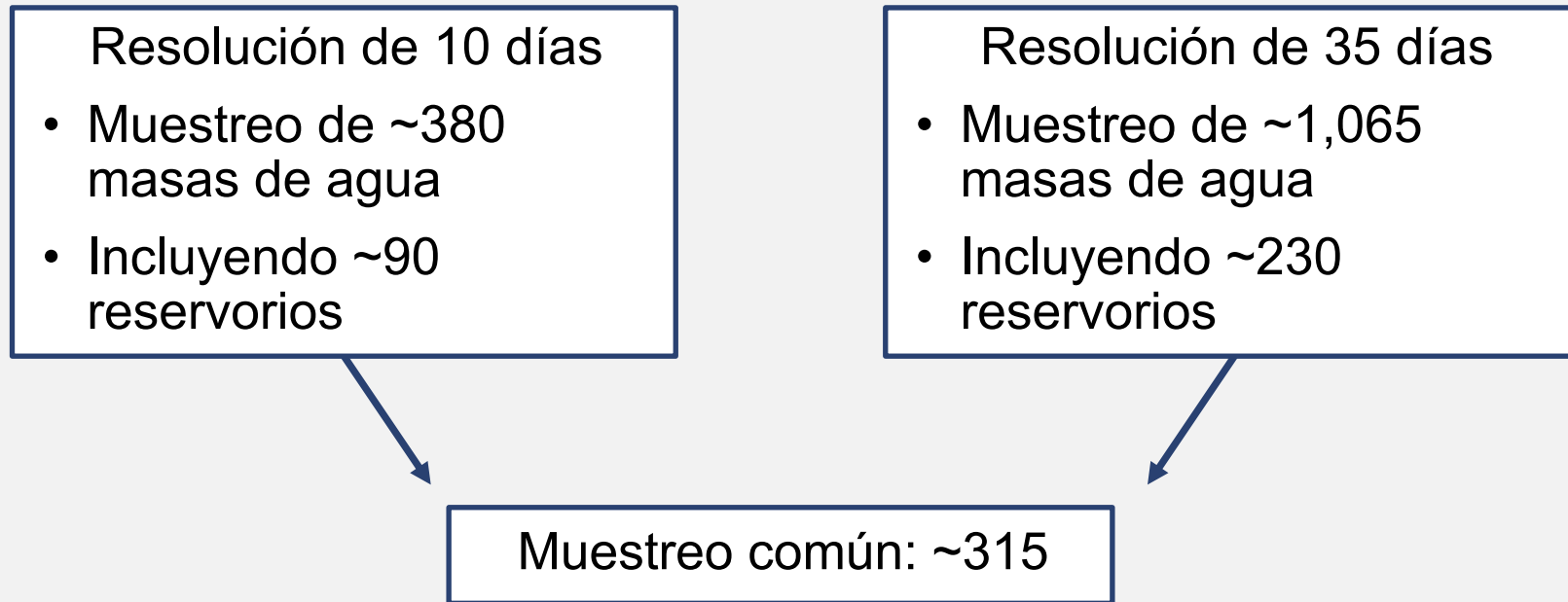


Misiones colaborativas de la NASA, NOAA, CNES y EUMETSAT

Datos de Jason 2 y 3 para aplicaciones de recursos hídricos

Altitud de lagos interiores

- Los altímetros de radar satelitales actuales observan sólo cierta porción de las masas de agua más grandes del mundo con un compromiso entre resolución temporal y espacial

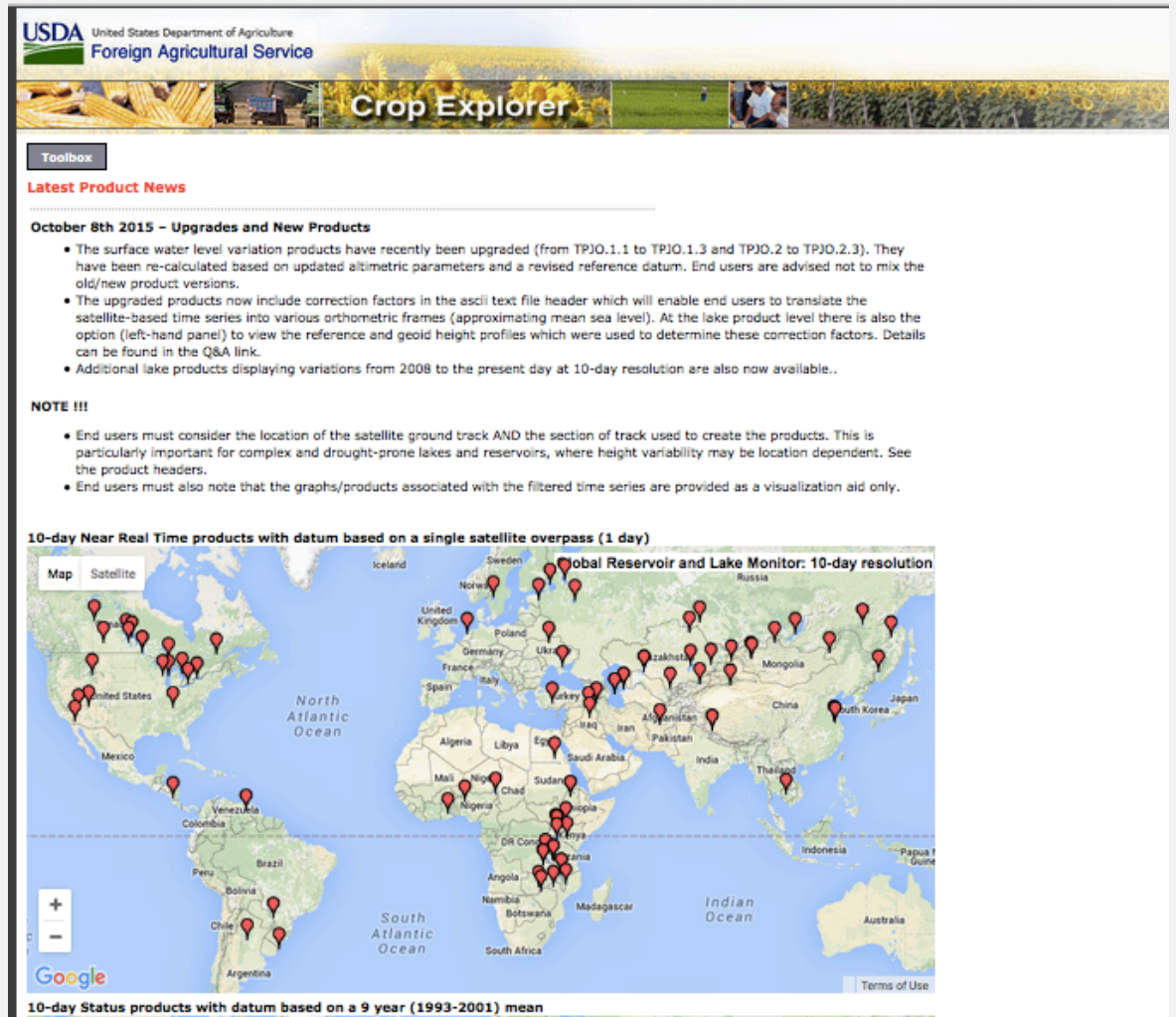


Reconocimiento: Charon M. Birkett, Earth System Science Interdisciplinary Center, Universidad de Maryland, College Park

¿Dónde conseguir datos y alturas de lagos de Jason?

USDA Crop Explorer
U.S. Department of Agriculture
Foreign Agricultural Services

http://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer/global_reservoir/



The screenshot displays the USDA Crop Explorer website interface. At the top, the USDA logo and 'Foreign Agricultural Service' are visible. Below the header, there is a 'Toolbox' button and a 'Latest Product News' section. The news section is dated 'October 8th 2015 - Upgrades and New Products' and contains three bullet points regarding surface water level variations, correction factors, and lake products. A 'NOTE !!!' section follows, providing additional instructions for users. Below the text, there is a map titled 'Global Reservoir and Lake Monitor: 10-day resolution' showing numerous red location pins across the globe. The map includes labels for various countries and oceans. At the bottom of the map, there is a legend for '10-day Status products with datum based on a 9 year (1993-2001) mean' and a 'Terms of Use' link.

USDA United States Department of Agriculture
Foreign Agricultural Service

Crop Explorer

Toolbox

Latest Product News

October 8th 2015 - Upgrades and New Products

- The surface water level variation products have recently been upgraded (from TPJO.1.1 to TPJO.1.3 and TPJO.2 to TPJO.2.3). They have been re-calculated based on updated altimetric parameters and a revised reference datum. End users are advised not to mix the old/new product versions.
- The upgraded products now include correction factors in the escli text file header which will enable end users to translate the satellite-based time series into various orthometric frames (approximating mean sea level). At the lake product level there is also the option (left-hand panel) to view the reference and geoid height profiles which were used to determine these correction factors. Details can be found in the Q&A link.
- Additional lake products displaying variations from 2008 to the present day at 10-day resolution are also now available.

NOTE !!!

- End users must consider the location of the satellite ground track AND the section of track used to create the products. This is particularly important for complex and drought-prone lakes and reservoirs, where height variability may be location dependent. See the product headers.
- End users must also note that the graphs/products associated with the filtered time series are provided as a visualization aid only.

10-day Near Real Time products with datum based on a single satellite overpass (1 day)

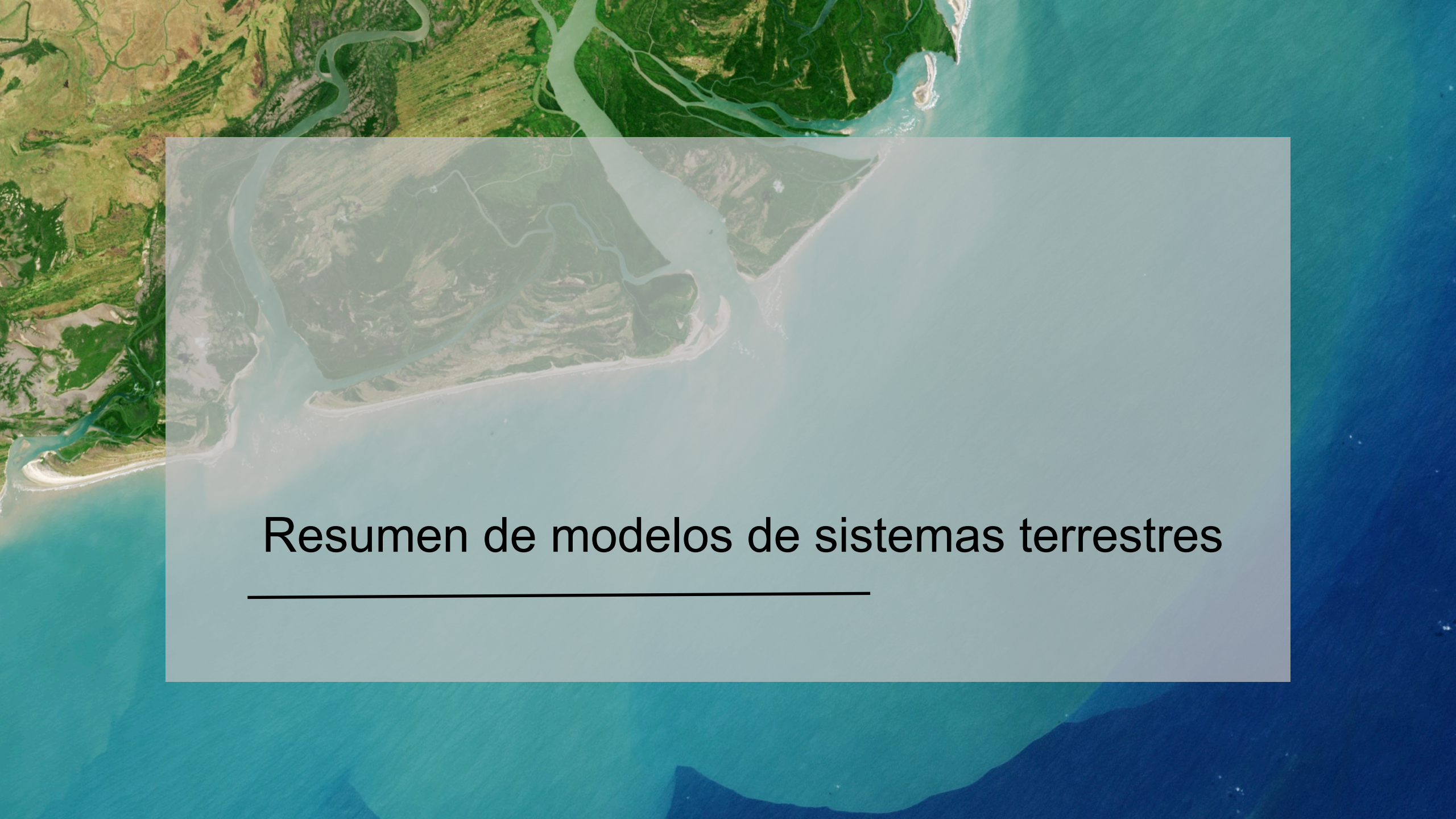
Global Reservoir and Lake Monitor: 10-day resolution

Map Satellite

10-day Status products with datum based on a 9 year (1993-2001) mean

Google

Terms of Use

An aerial photograph of a river delta system, showing a large river branching into several smaller channels that flow into a body of water. The land is green and brown, and the water is a deep blue. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the title text.

Resumen de modelos de sistemas terrestres

Los modelos de sistemas terrestre brindan información de valor añadido

Percepción remota + Observaciones en la superficie + Modelos numéricos

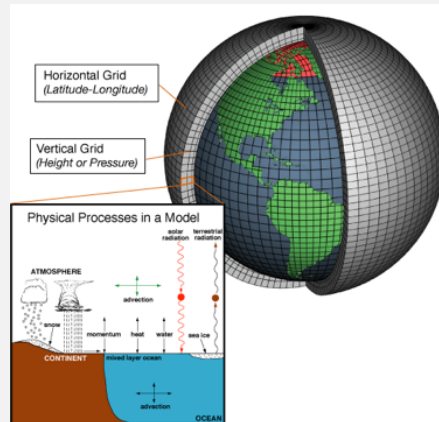
Datos satelitales



Mediciones en la superficie y datos in situ



Modelos numéricos



Modelos de la NASA útiles para la gestión de recursos hídricos

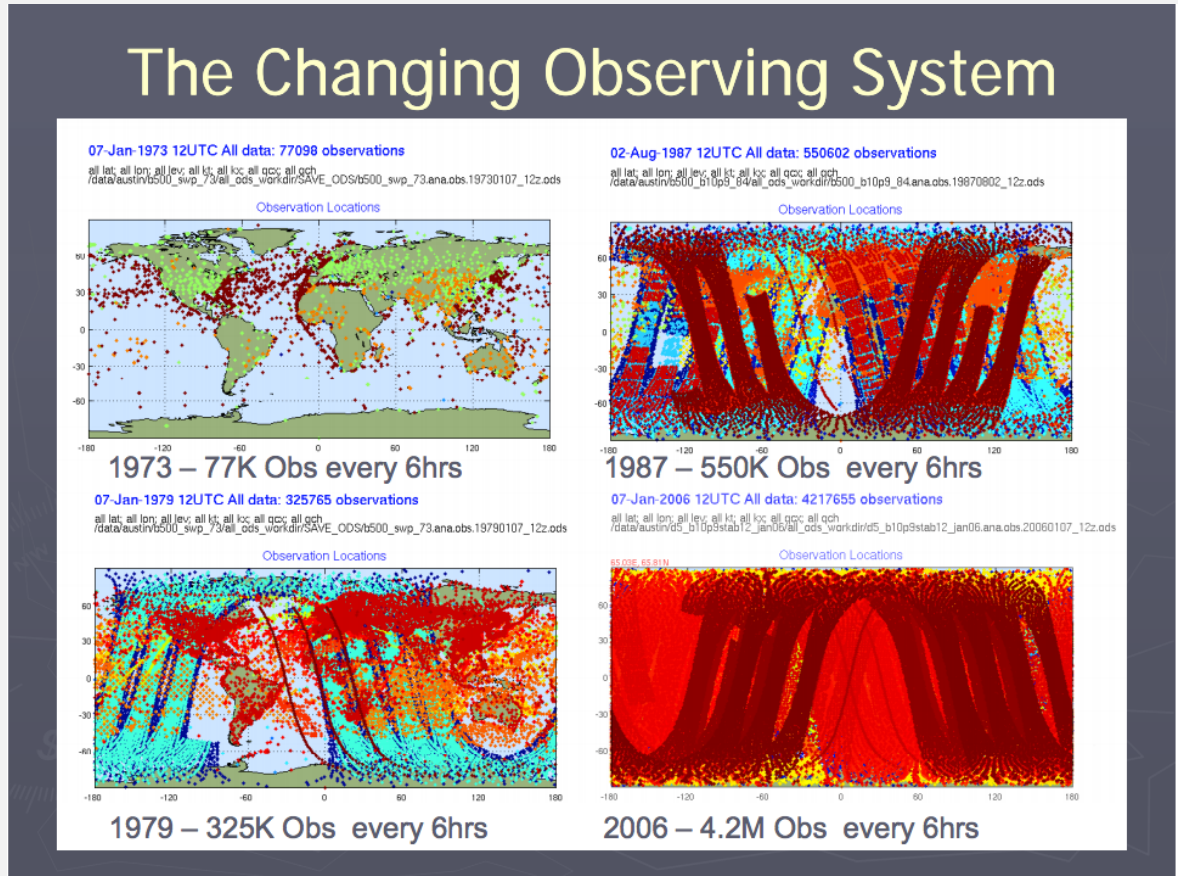
Modelos atmósfera-océano-tierra

- GEOS-5:
 - The Goddard Earth Observing System Version 5 (Sistema Goddard de observación terrestre)
- MERRA:
 - Modern Era Retrospective-Analysis for Research and Application (Análisis retrospectivo de la era moderna para la investigación y aplicación)
- GLDAS and NLDAS:
 - Global Land Data Assimilation System (Sistema global de asimilación de datos terrestres)
 - North American Land Data Assimilation System (Sistema norteamericano de asimilación de datos terrestres)

MERRA

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA/>

- Combina las grandes cantidades de datos de observaciones con los datos producidos por el Sistema Goddard de Observación Terrestre (Goddard Earth Observing System o GEOS) -- 1979 – presente
- Ofrece análisis globales de tecnología de vanguardia del tiempo en escala climatológica
- Enfocada en mejoramientos en el ciclo hidrológico
- Modelo MERRA-tierra: modelo fuera de línea de la superficie terrestre forzado con precipitación MERRA combinado con datos a base de pluviómetros del NOAA Climate Prediction Center



Cobertura de datos satelitales asimilados en MERRA

Reference: Bosilovich, M., 2009. https://gmao.gsfc.nasa.gov/pubs/docs/MERRA_Purdue_Sep09.pdf

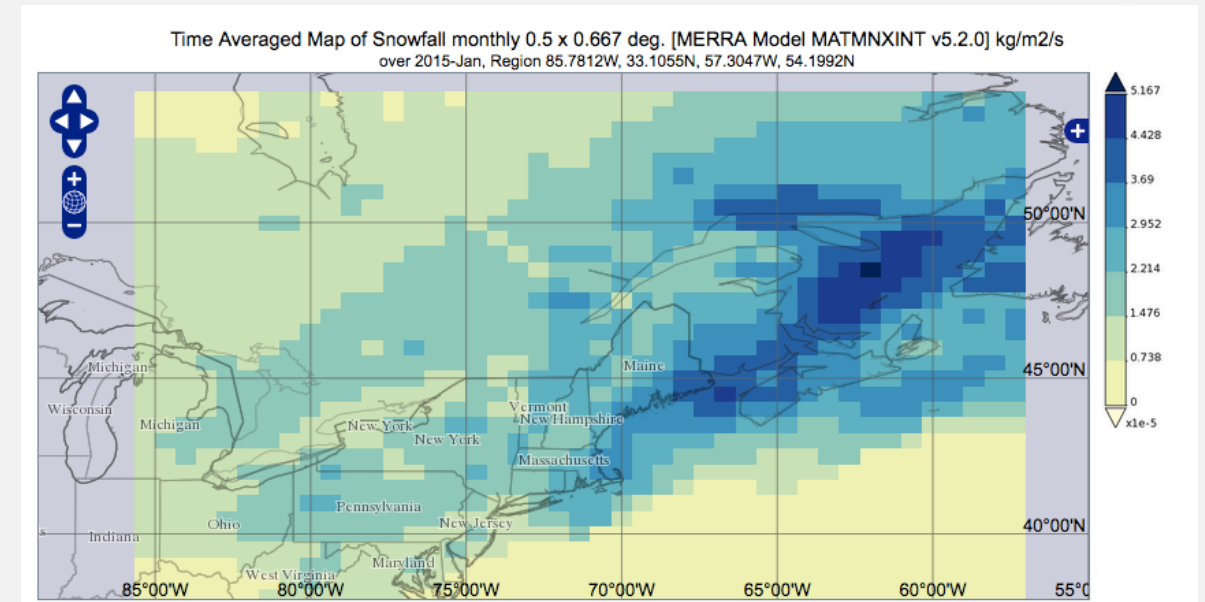
Datos MERRA para aplicaciones de recursos hídricos

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA/>

- Productos:
 - Lluvia
 - Nieve
 - Parámetros meteorológicos y climáticos
 - temperatura, humedad, vientos, nubes, radiación superficial
- MERRA Online Atlas (mapamundi en línea):
 - Actualizado regularmente con comparaciones mensuales versus reanálisis existentes y algunos conjuntos de datos mundiales

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/ref/merra/atlas/>

Nieve sobre EEUU nororiental durante enero 2015



Reconocimiento: Bosilovich, M., 2009. https://gmao.gsfc.nasa.gov/pubs/docs/MERRA_Purdue_Sep09.pdf

Global & North American Land Data Assimilation Systems

(Sistemas de asimilación de datos terrestres mundiales y norteamericanos))

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

- Integran observaciones terrestres y satelitales dentro de modelos numéricos para producir campos consistentes de alta resolución de estados y flujos de la superficie terrestre
- Usan datos de MODIS, TRMM, GOES
- GLDAS y una versión de NLDAS usan el Sistema de información terrestre (Land Information System o LIS) con diferentes fuentes de insumos:
 - Análisis meteorológico
 - Radiación solar superficial
 - Precipitación
 - Textura del suelo
 - Clasificación de la vegetación e índice de área foliar
 - Topografía

Global Land Data Assimilation Systems

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

Cuatro versiones de modelos de la superficie terrestre: Noah, CLM2, Mosaic y VIC

Insumos

- Lluvia: datos TRMM y a base de múltiples satélites
- Datos meteorológicos: datos de reanálisis mundial y a base de observaciones de la Universidad de Princeton
- Cubierta de vegetación, cubierta de tierra/agua, índice de área foliar: MODIS (GLDAS-2)
- Nubes y nieve (para radiación superficial): Satélites NOAA y DMSP

Productos integrados incluyen:

- Humedad del suelo
- Evapotranspiración
- Escorrentía superficial/subsuperficial
- Equivalente en agua de la nieve

Reconocimiento: Rodell, M., P. R. Houser, U. Jambor, J. Gottschalck, K. Mitchell, C.-J. Meng, K. Arsenault, B. Cosgrove, J. Radakovich, M. Bosilovich, J. K. Entin, J. P. Walker, D. Lohmann, and D. Toll, 2004. The Global Land Data Assimilation System. Bulletin of the American Meteorological Society, 85(3):381–394.

North American Land Data Assimilation System-2 (NLDAS-2)

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

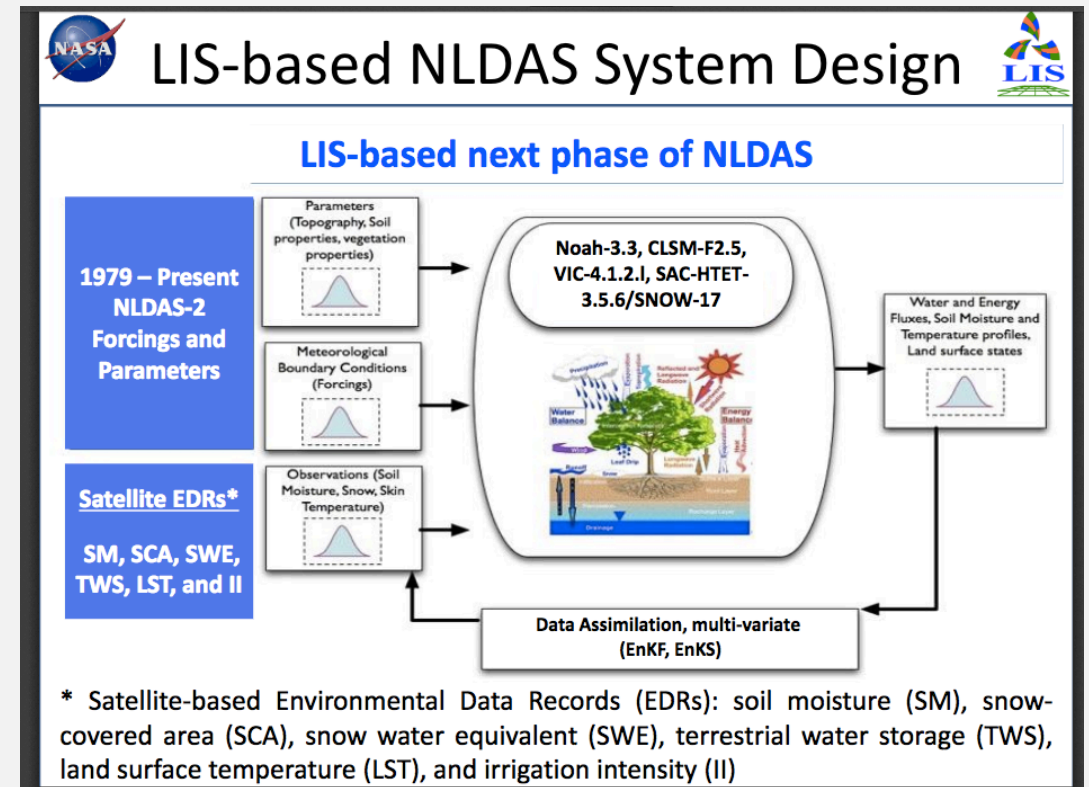
Cuatro versiones de modelos de la superficie terrestre: Noah, CLM2, Mosaic y VIC

Insumos

- Precipitación: Pluviómetros del NOAA-CPC
- Datos meteorológicos, Datos de radiación superficial: North American Regional Analysis

Productos integrados incluyen:

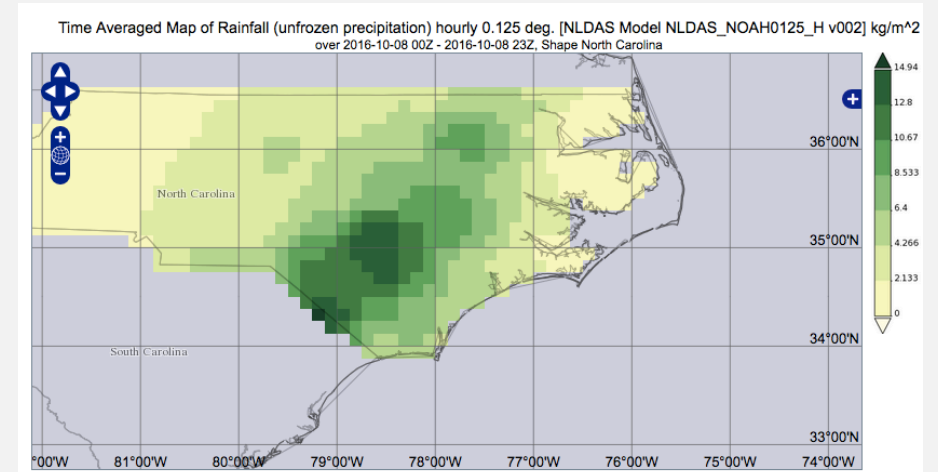
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración
- Escorrentía superficial/subsuperficial
- Equivalente en agua de la nieve



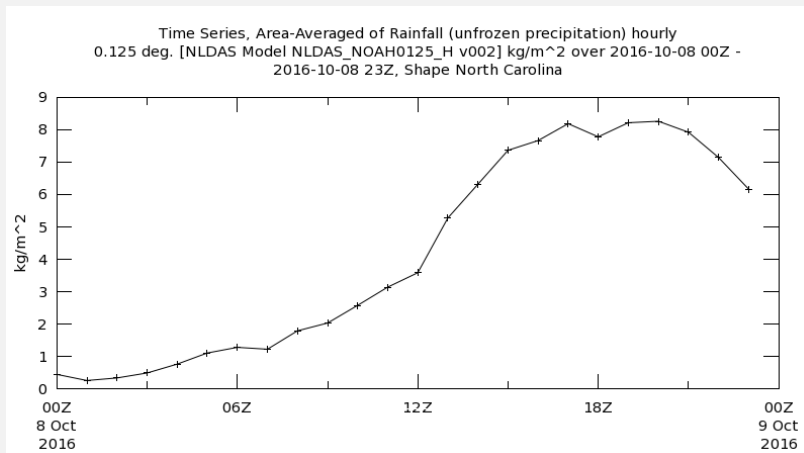
Courtesy: David Mocko (NASA-GSFC), http://ldas.gsfc.nasa.gov/nldas/presentations/NLDAS-LIS-status-future_2015-03-11.pdf

GLDAS y NLDAS para aplicaciones de recursos hídricos Applications

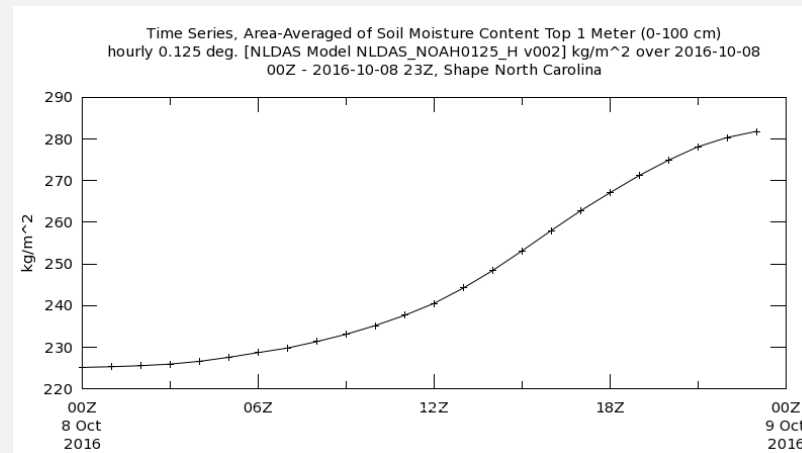
- Componentes del agua dulce: todos están disponibles
- Derecha: Lluvia sobre Carolina del Norte el 8 de octubre de 2016 asociada con el huracán Matthew
- Fondo: Evolución horaria de componentes hidrológicos promediados sobre Carolina del Norte el 8 de octubre de 2016



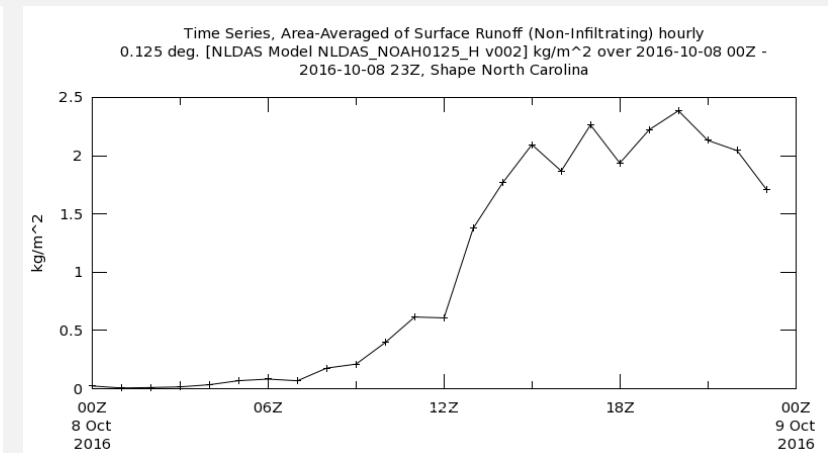
Lluvia



Humedad del suelo



Escorrentía



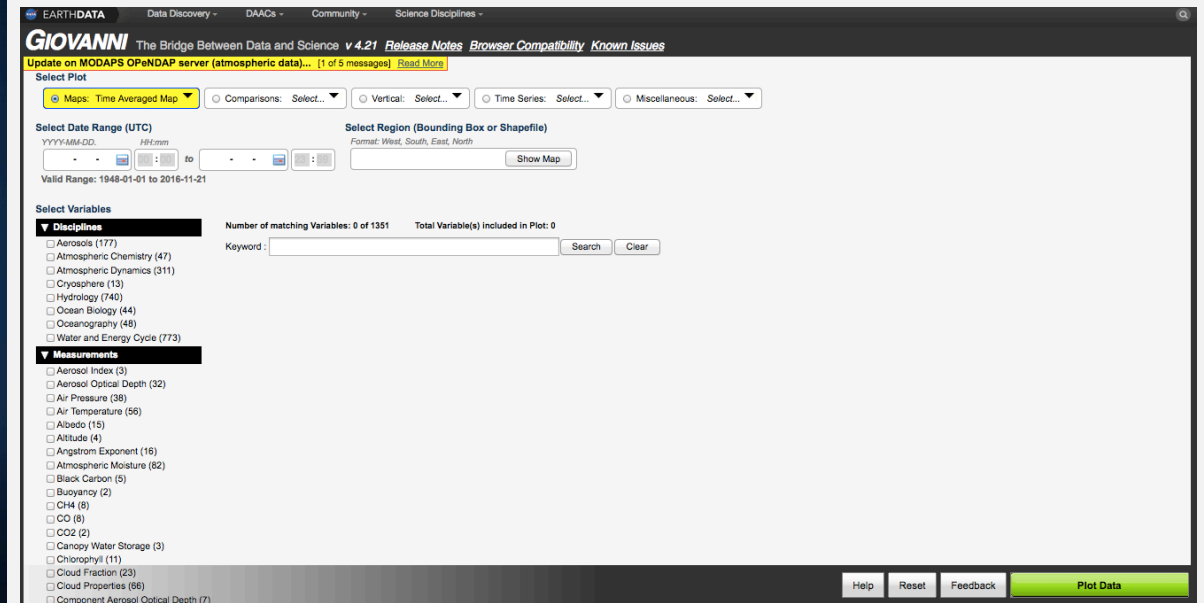
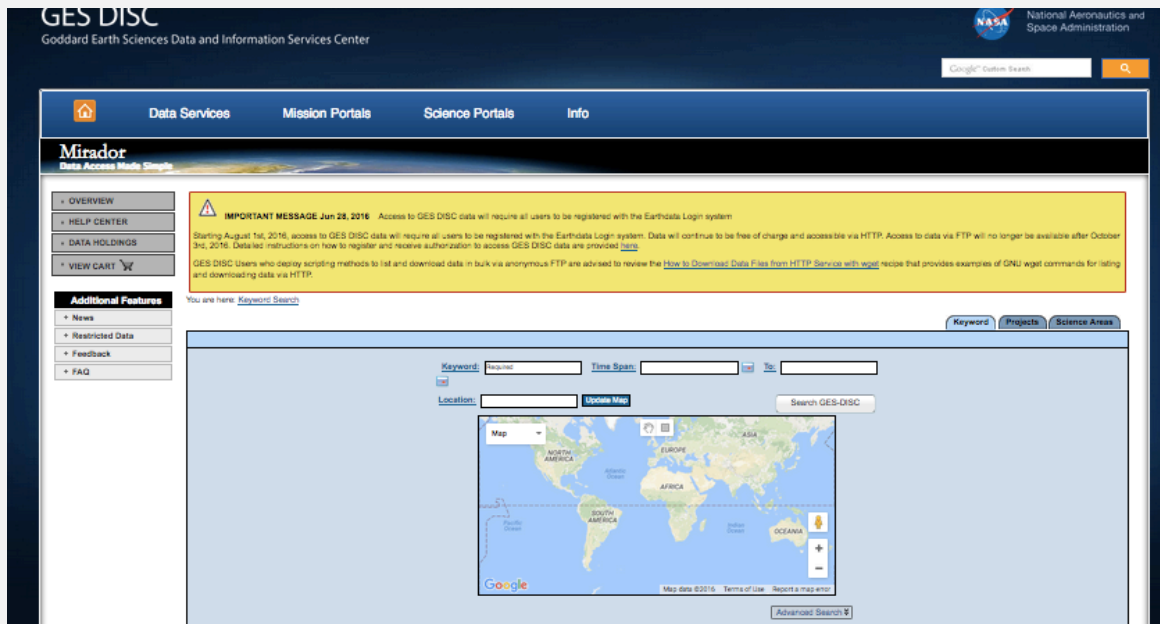
¿Dónde conseguir datos MERRA y LDAS?

Mirador

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

Giovanni

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



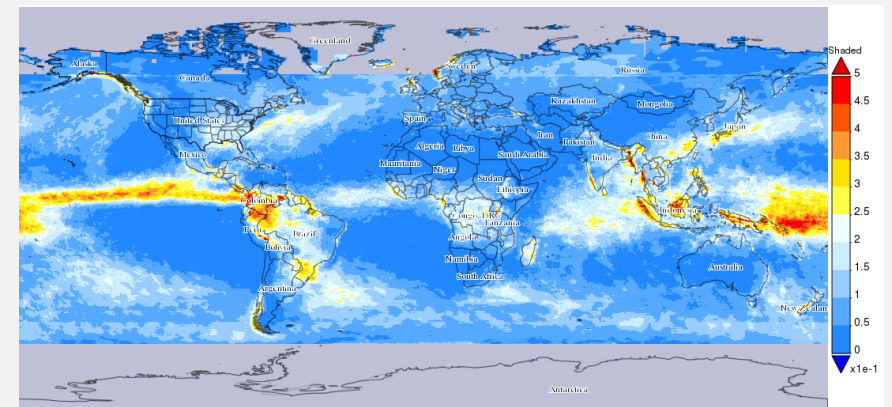
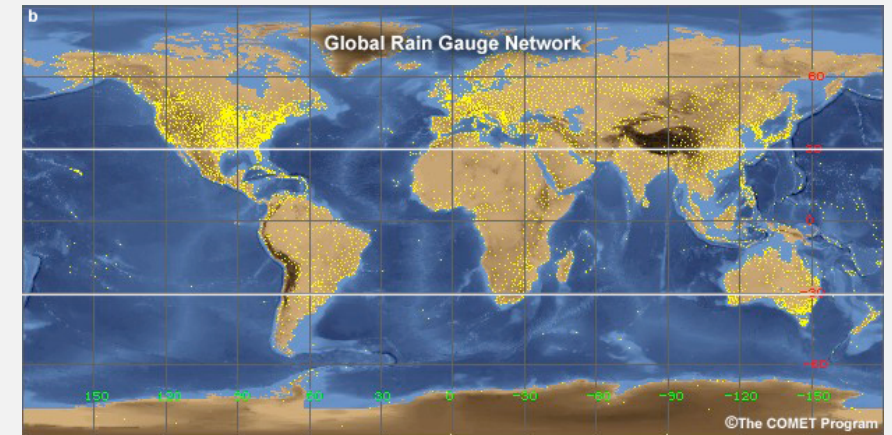
Creación y descarga de subconjuntos espaciales y temporales

An aerial photograph of a river delta system, likely the Amazon, showing a complex network of channels and a large body of water. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the word 'Resumen' in a black sans-serif font. Below the text is a horizontal black line.

Resumen

Ventajas de datos de recursos hídricos de la NASA

- Los datos a base de la percepción remota ofrecen una cobertura casi mundial a mundial comparada con mediciones puntuales espacialmente no uniformes en la superficie
- Brindan datos donde no hay mediciones superficiales disponibles
- Modelos de sistemas terrestres integran observaciones en la superficie y de la percepción remota y ofrecen parámetros frecuentes uniformemente cuadrículados de datos de recursos hídricos
- Modelos de sistemas terrestres informan parámetros que los satélites no observan directamente (e.g. escorrentía, ET)
- Los datos son **gratis** y hay herramientas en línea para los datos



Superior: Ubicaciones de pluviómetros mundiales. Crédito: Introduction to Tropical Meteorology, The COMET Program

Inferior: Precipitación anual (2015) de NASA GPM

Limitaciones de los datos de recursos hídricos de la NASA

- Todos los componentes del agua dulce son medidos por diferentes satélites y sensores con varias resoluciones, coberturas y calidades espaciales y temporales
- Los archivos de datos satelitales y de modelos son grandes y están en formatos diferentes: se requiere capacitación para aprender cómo acceder a ellos
- A menudo necesitan procesamiento adicional para aplicaciones específicas
- Aunque los datos generalmente se validan con mediciones selectas en la superficie, se recomienda evaluarlos regional y localmente

Datos de recursos hídricos de satélites y modelos de la NASA

Componente del agua dulce	Satélite/Sensor	Modelo	Acceso a datos
Cantidad de lluvia	GPM /(GMI, DPR) & TRMM /(TMI, PR) – IMERG y datos TMPA multi-satélite	GLDAS & NLDAS forzando datos del NOAA Climate Prediction Center MERRA	https://pmm.nasa.gov/ http://mirador.gsfc.nasa.gov/ http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
Cubierta de nieve	Terra y Aqua/MODIS	-	http://nsidc.org/data/modis/data_summaries#snow http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/ http://snow.jpl.nasa.gov/portal/

Datos de recursos hídricos de satélites y modelos de la NASA

Componente del agua dulce	Satélite/Sensor	Modelo	Acceso a datos
Humedad del suelo	SMAP/(Radiómetro microonda)	GLDAS y NLDAS	http://nsidc.org/data/search/#keywords=soil+moisture/ http://mirador.gsfc.nasa.gov/ http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
Cubierta terrestre y NDVI (Para estimar ET)	Landsat/OLI Terra y Aqua/MODSI	-	http://earthexplorer.usgs.gov http://glovis.usgs.gov/ http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table

Datos de recursos hídricos de satélites y modelos de la NASA

Componente del agua dulce	Satélite/Sensor	Modelo	Acceso a datos
Escorrentía	-	GLDAS & NLDAS	http://mirador.gsfc.nasa.gov/ http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
Aguas subterráneas	GRACE/K-band Ranging System	GLDAS & NLDAS	http://grace.jpl.nasa.gov/data/ http://geoid.colorado.edu/grace/ http://mirador.gsfc.nasa.gov/ http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
Altitud de reservorios	Jason/Altímetro	-	http://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer/global_reservoir

ARSET- ListServ

<https://lists.nasa.gov/mailman/listinfo/arset>

An aerial photograph of a river delta system, showing a large river branching into several smaller channels that flow into a body of water. The land is green and brown, indicating vegetation and soil. The water is a deep blue. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the text '¡Gracias!' and a horizontal line below it.

¡Gracias!
