National Aeronautics and Space Administration

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

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= (Precipitación + escorrentía en la región) menos (Evaporación/Evapotranspiración + fuga de escorrentía + 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

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

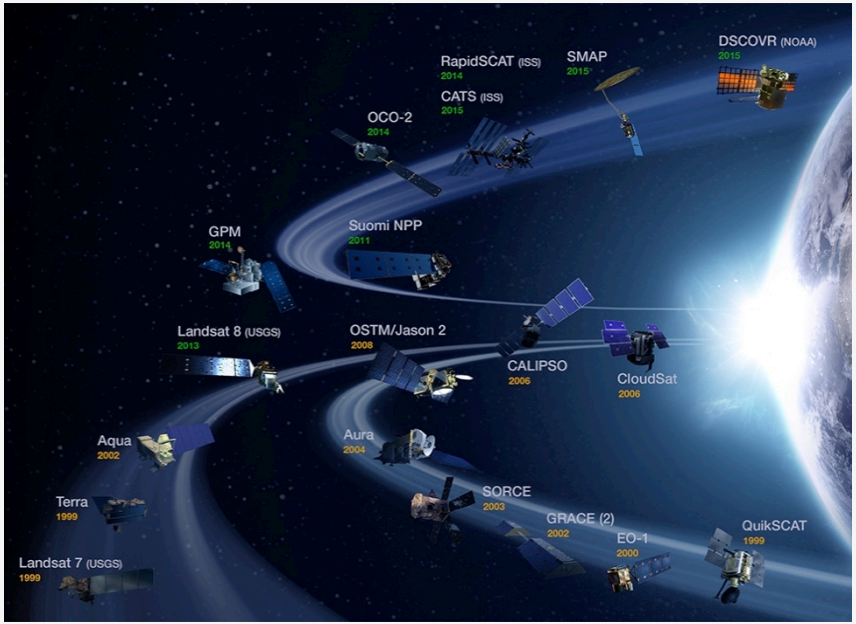
De satélites y modelos

De observaciones satelitales

De modelos atmósfera-tierra que asimilan observaciones satelitales

Satélites y sensores

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos



- Landsat: 07/1972-presente
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997-4/2015
- 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

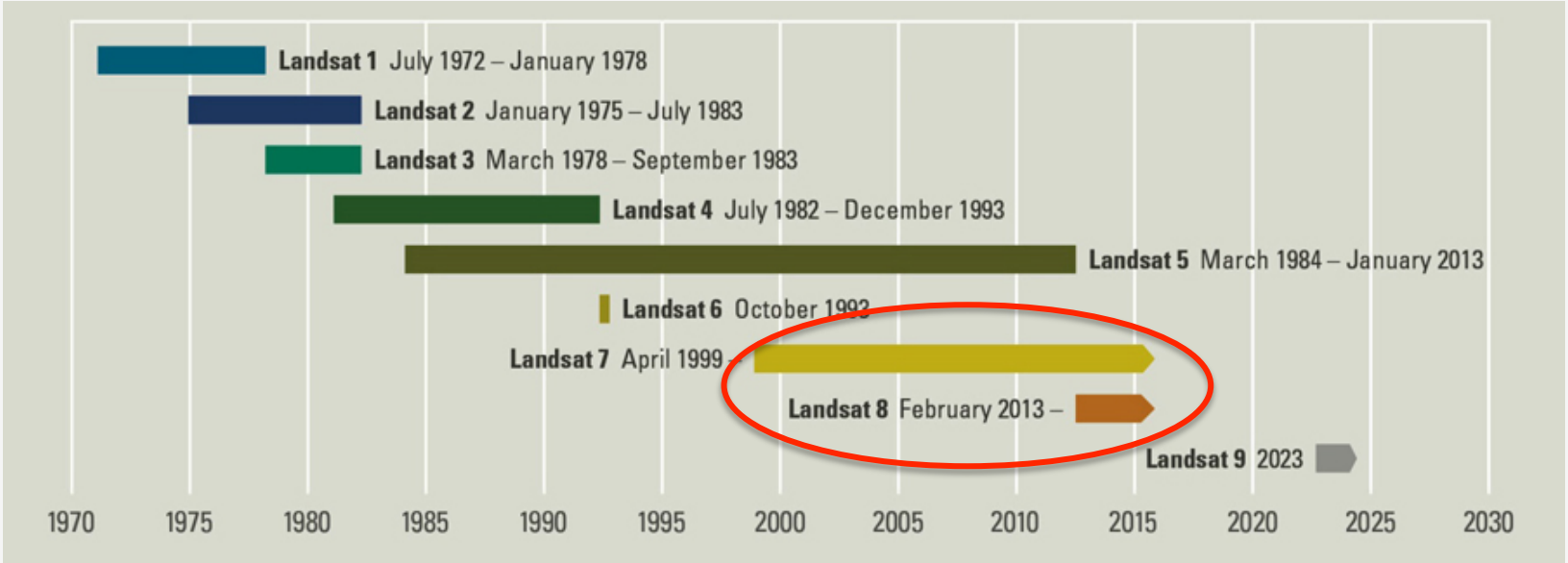
- Cada satélite lleva uno o más sensores/instrumentos con canales espectrales específicos para observar cantidades geofísicas

- Esta presentación describirá Los sensores más útiles para los datos de recursos hídricos

- Landsat: 07/1972-presente
- TRMM: 11/1997-4/2015
- 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

Enhanced Thematic Mapper (ETM+)

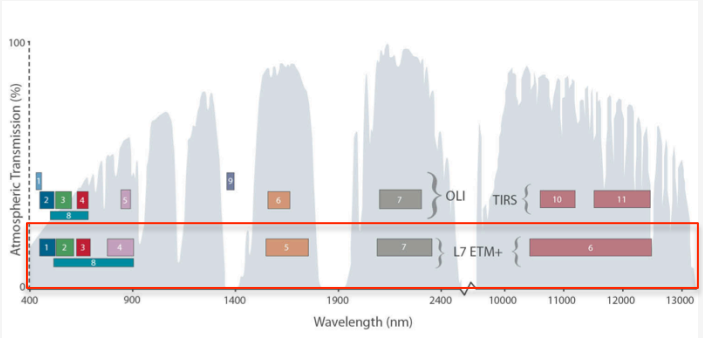
Mapeador temático mejorado

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)

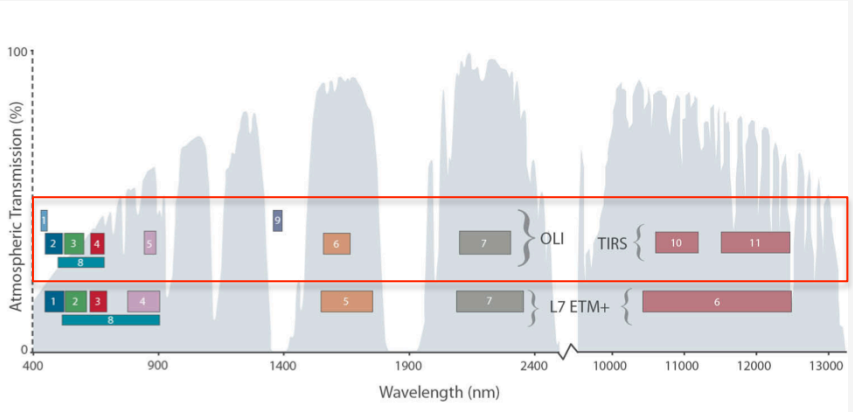
Captador de imágenes de la tierra operacional

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 fegrero de 2013 – presente
  - Tiempo de revisita de 16 días

Bandas espectrales

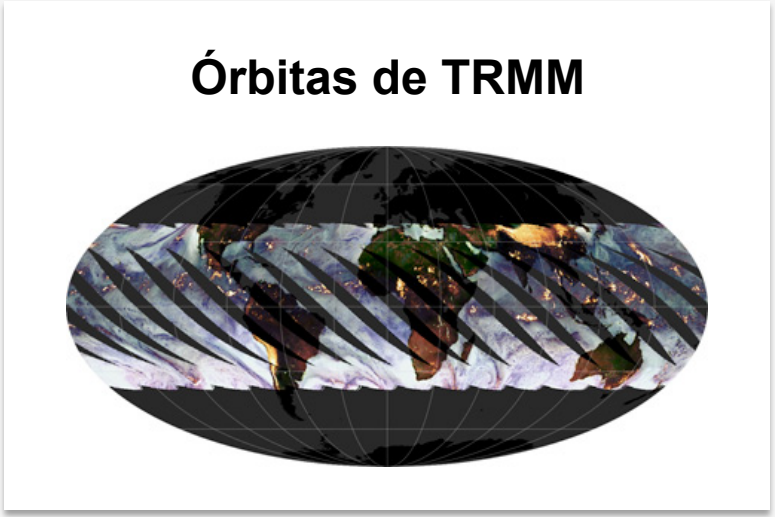
- 9 bandas (azul-verde, verde, roja, casi IR, IR onda corta y termal)
  - Bandas 1-7, 9: 30m
  - Banda 8:15m



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:
  - TMI
  - PR
  - VIIRS
  - LIS
  - CERES

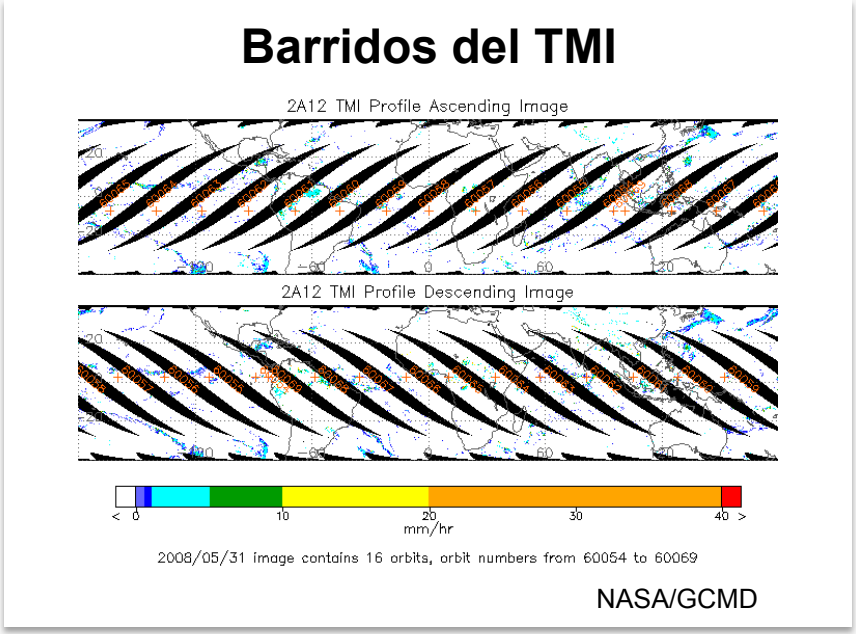


TRMM Microwave Imager (TMI)

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 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

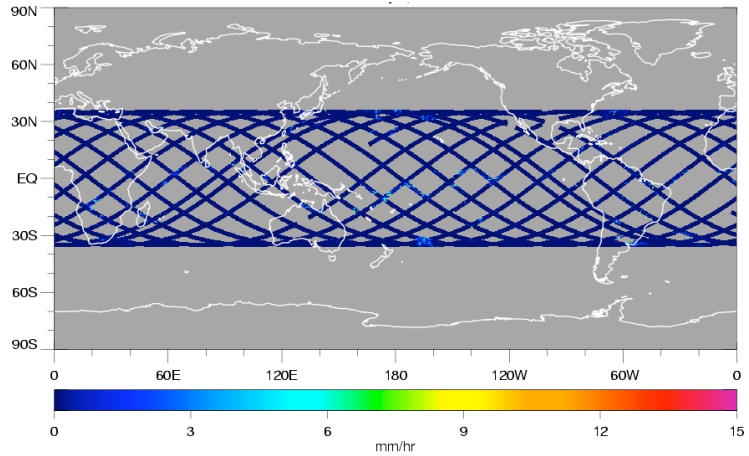
- 10.7, 19.4, 21.3, 37, 85.5 GHz

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



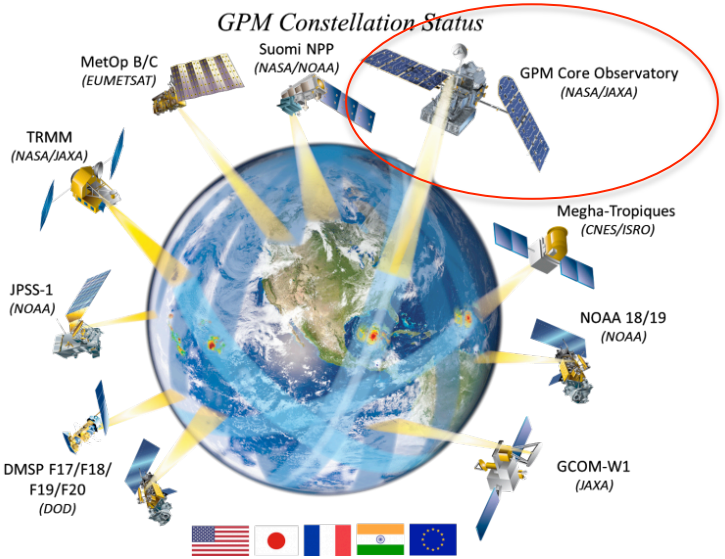
Kummerow, C., et. al, 1998: The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package, J. Atmos. Oceanic Technol., 15, 809-817.

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

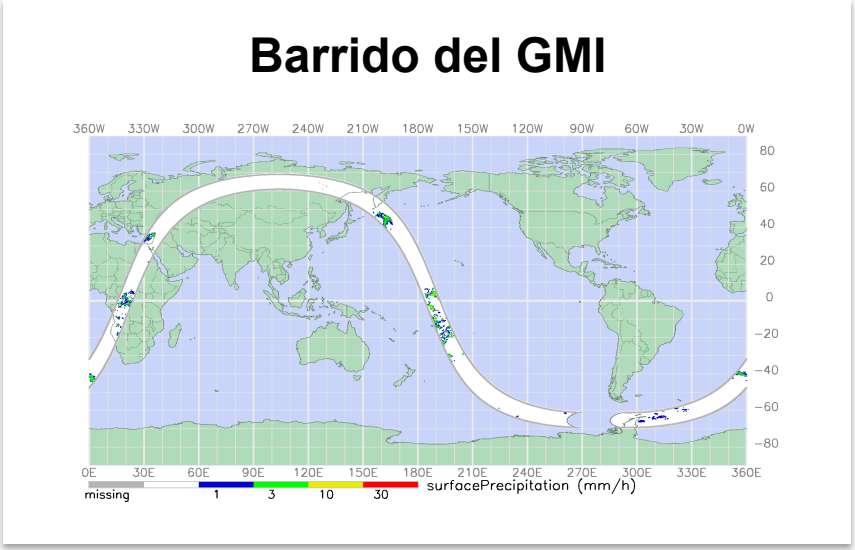
Satélite GPM Core
Lanzado el 27 de febrero de 2014



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°-180°, 65°S-65°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



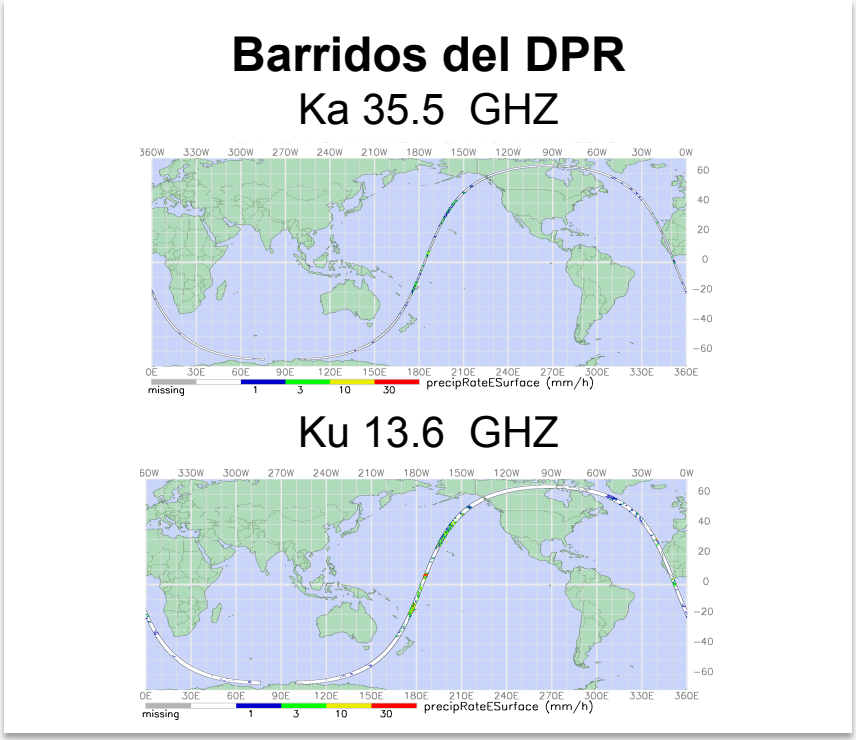
Frecuencias de canales:

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

Dual Precipitation Radar (DPR)

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

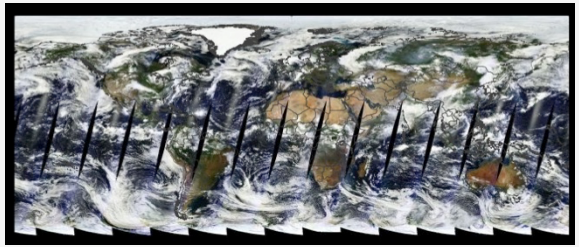
- Cobertura y resolución espacial:
  - Cobertura: -180°-180°, 65°S-65°N
  - Barrido: 120km (Ka) y 245km (Ku)
  - Resolución espacial : 5.2km
  - Resolución vertical: 250m (de 0-20km)
- Cobertura y resolución temporal:
  - 27 de feb de 2014 – presente
  - Obxervaciones de ~2-4 horas
- Frecuencia:
  -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



Terra y Aqua

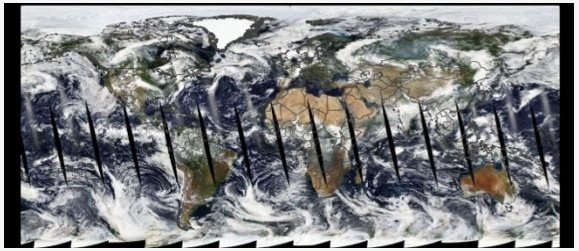
Terra

- 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)

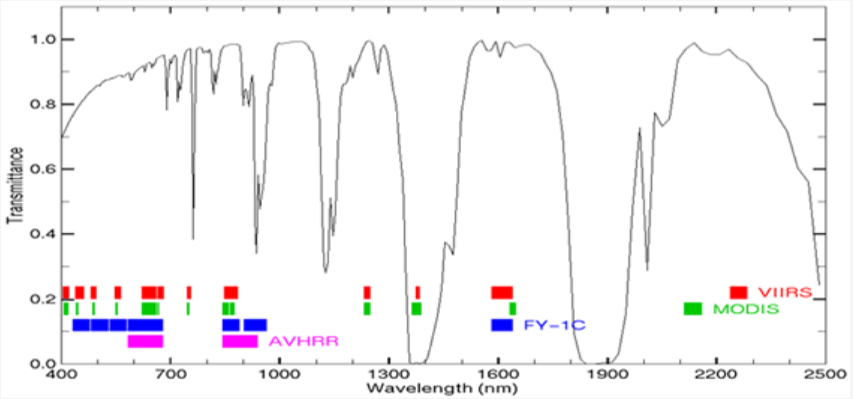
Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada

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

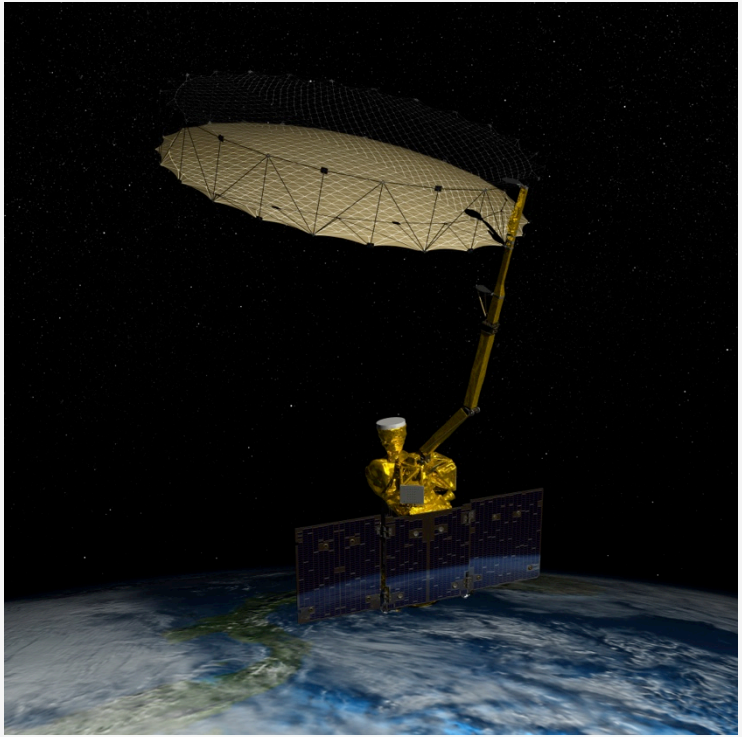


cimss.ssec.wisc.edu

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

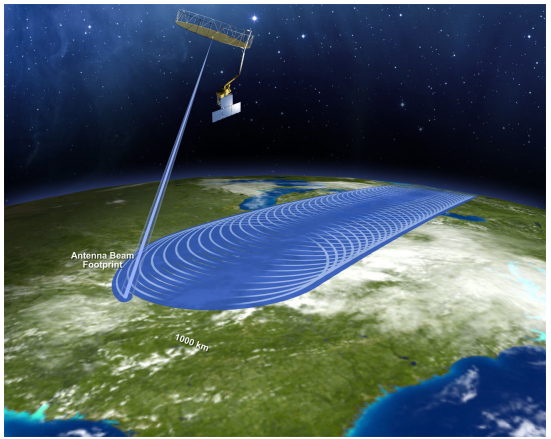
Radiómetro y radar de microondas de SMAP

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

- Cobertura y resolución espacial:
  - Global
  - Barríido 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

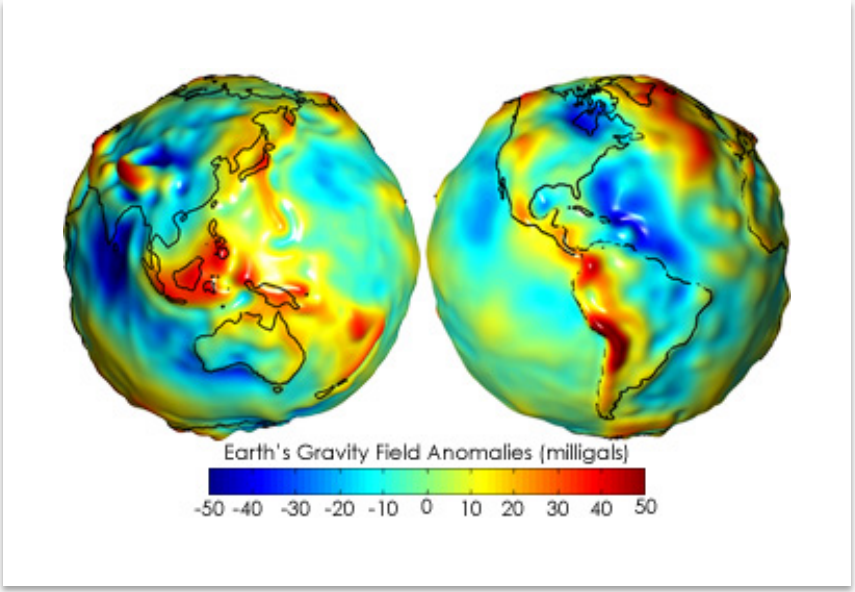
Barrido de SMAP



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^2
- 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



Modelos de sistemas terrestres

Los modelos del Sistema terrestre brindan información de valor añadido

Percepción remota + Observaciones en la superficie + Modelos numéricos

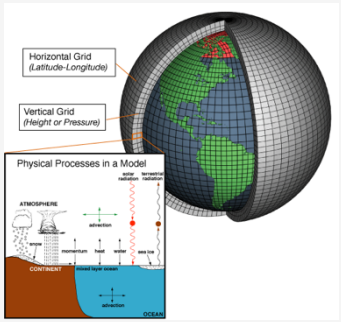
Datos satelitales

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 version 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

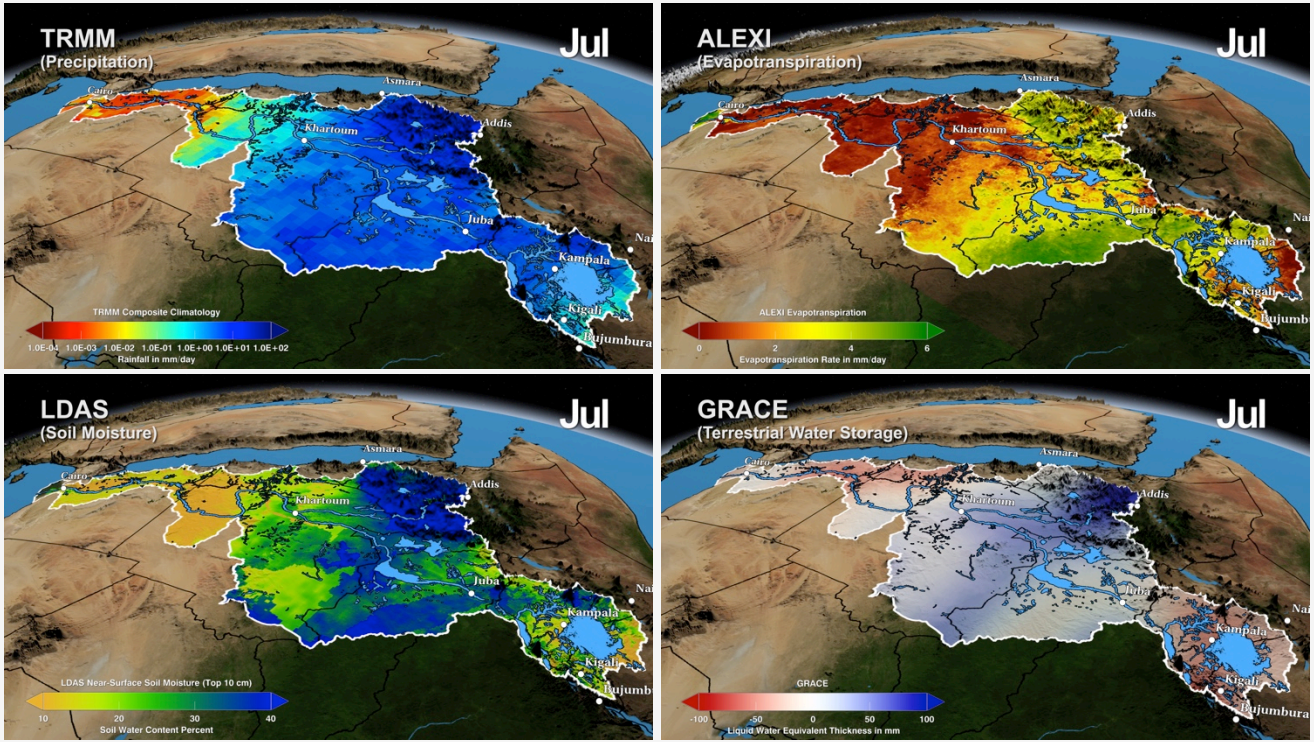
Aplicaciones de datos satelitales de recursos hídricos

Componentes cruciales del agua dulce

Asignación del agua	Gestión agrícola y de irrigación	Gestión de inundaciones/ sequía	Gestión de reservorios/ represas
• Presupuesto hídrico	• Precipitación • Humedad del suelo • Evapotranspiración	• Precipitación • Escorrentía/ flujo torrencial • Humedad del suelo • Evapotranspiración • Aguas subterráneas	• Altura de embalses • Precipitación • Escorrentía/ flujo torrencial

El monitoreo del equilibrio hidrológico en la cuenca del Nilo

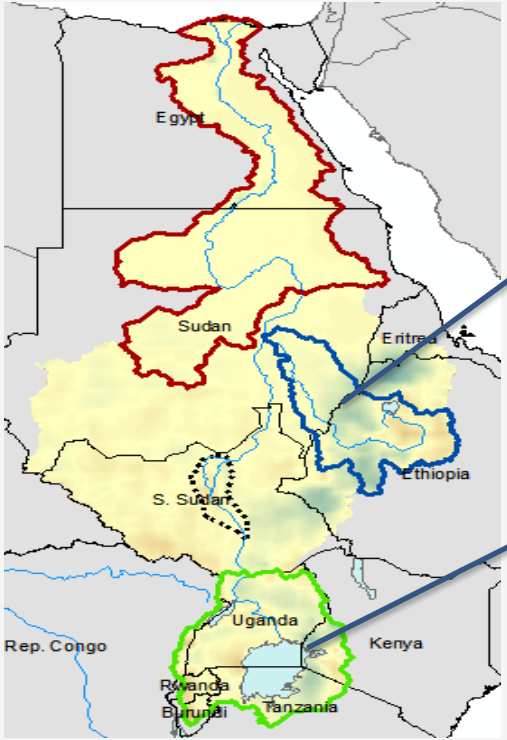
Capacidades de las observaciones y los sistemas de modelado de la NASA

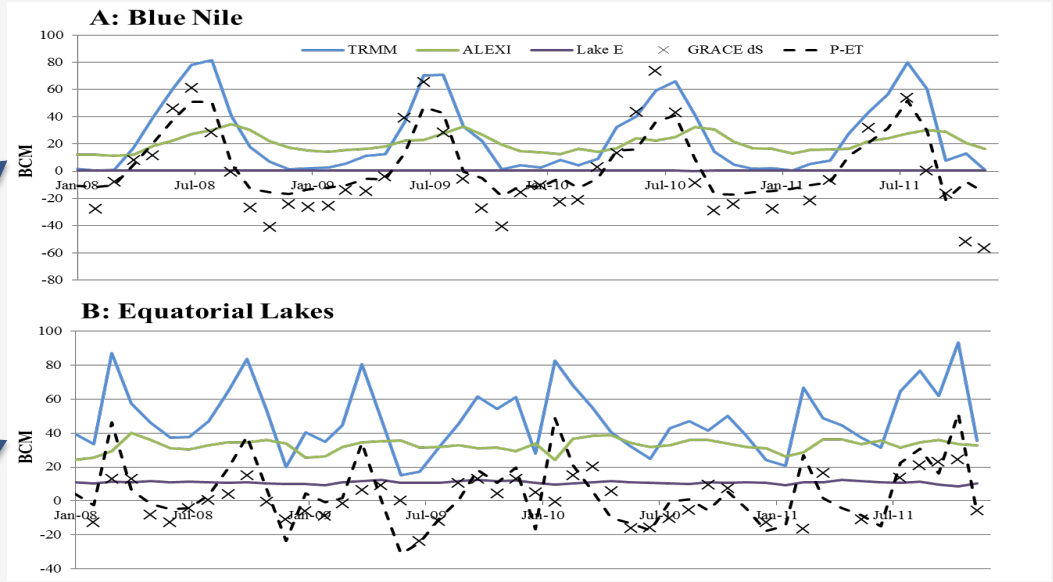


Applied Sciences Project Scientist: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

Equilibrio hidrológico en escala en la cuenca del Nilo

Basado en TRMM, ALEXI, LDAS y GRACE



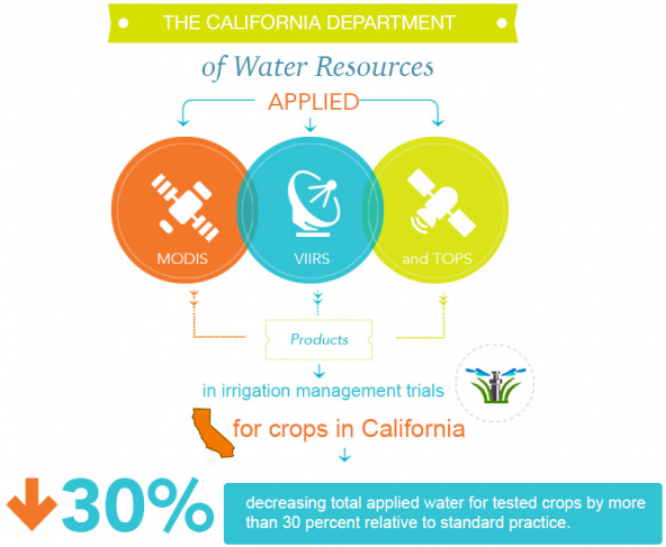


Courtesy of: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

Gestión de la irrigación usando la ET satelital

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

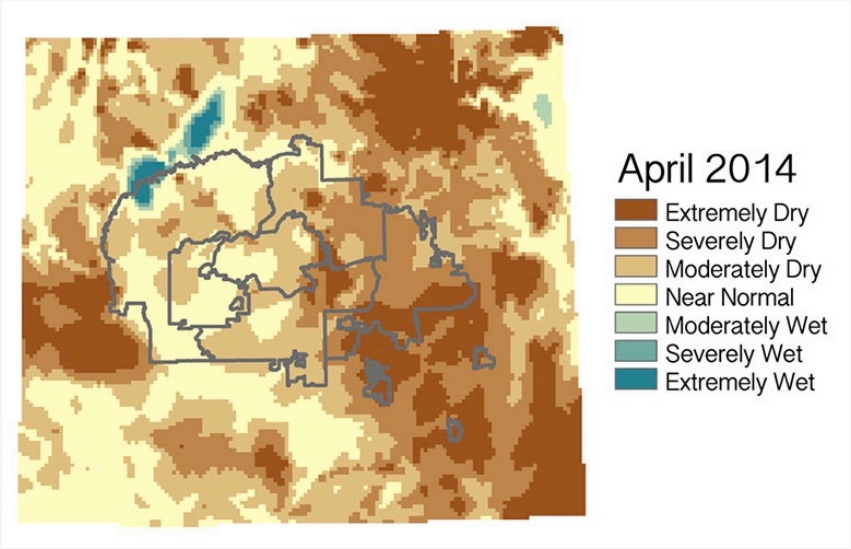
http://ecocast.arc.nasa.gov/dgw/sims



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

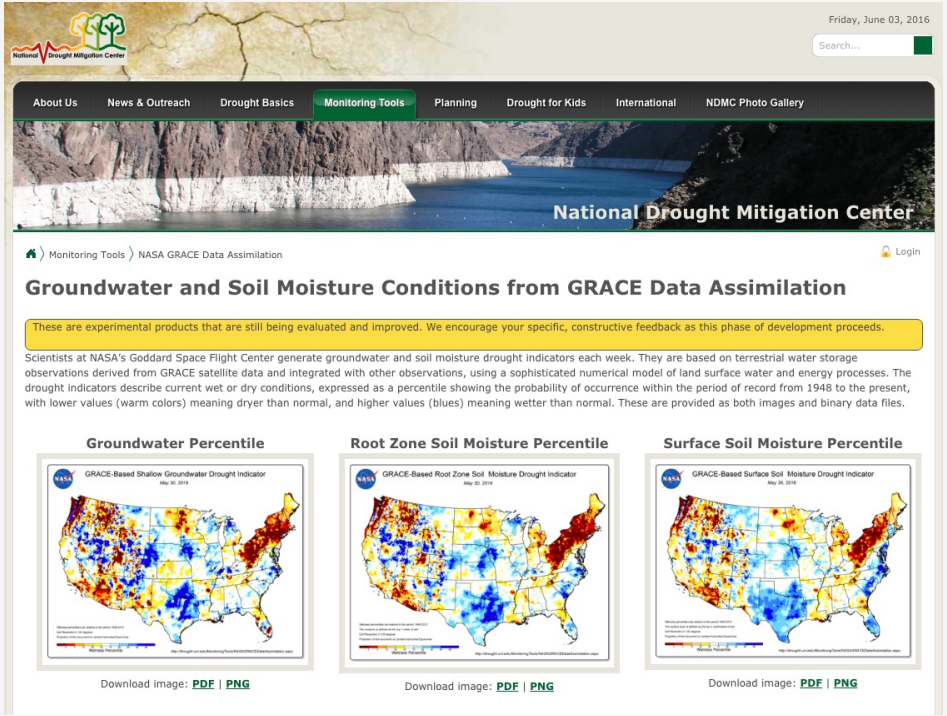


A Drought Monitoring Decision Support Tool for Customized Calculation of a Standardized Precipitation Index Value in the Navajo Nation, 2015 DEVELOP project. Based on precipitation indexes from TRMM and GPM.

- La nación Navajo ha sido impactada por
  - Sequías severas
  - Falta de infaestructura hídrica doméstica
  - Falta de recursos económicos
- Aproximadamente ⅓ 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



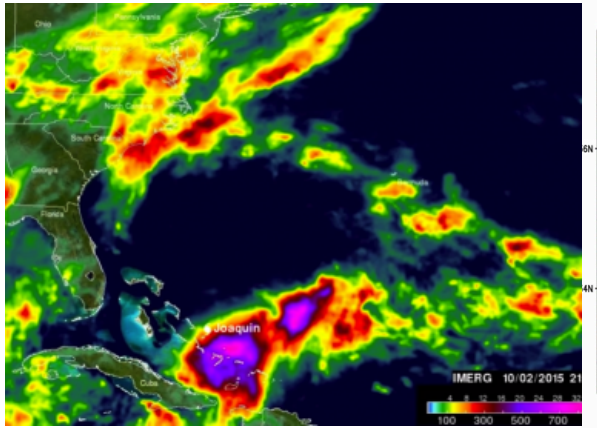
http://drought.unl.edu/MonitoringTools/NASAGRACEDataAssimilation.aspx

- 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

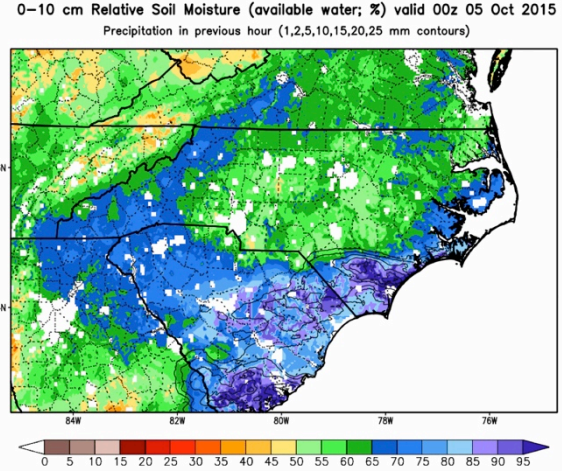
Detección de lluvia extrema, humedad relativa del suelo e inundaciones

Basado en GPM y Global Flood Monitoring System (GFMS)

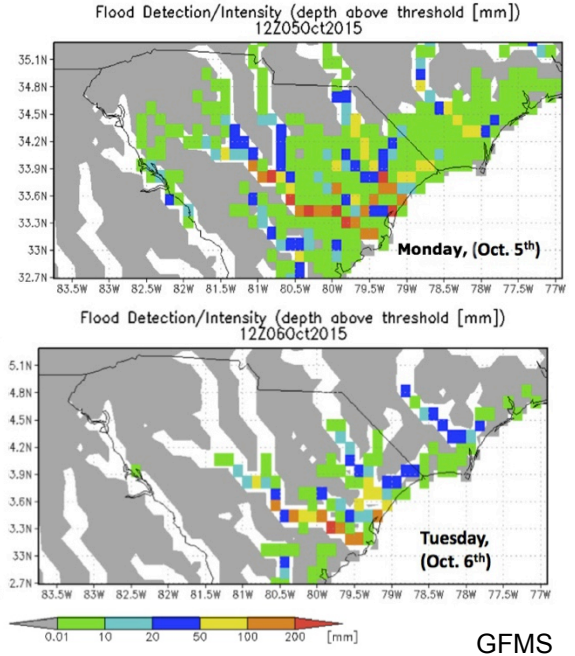
Inundaciones en Carolina del Sur (EEUU) de 2015



GPM/IMERG



GFMS



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 ?

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