



Evaluación de los Impactos de los Incendios en la Salud de las Cuencas Hidrográficas

1^{ra} Parte: Observaciones de Satélite y Herramientas para el Riesgo de Incendios

Amita Mehta (NASA-UMBC-GESTAR II), Sean McCartney (NASA, SSAI)

6 de julio de 2023





Acerca de ARSET

Acerca de ARSET

- **ARSET ofrece capacitación accesible, relevante, sin costo sobre satélites, sensores, métodos y herramientas de teledetección.**
- Las capacitaciones incluyen una variedad de aplicaciones de datos de satélite y se personalizan para audiencias con diferentes niveles de experiencia.



AGRICULTURA



CLIMA Y RESILIENCIA



DESASTRES



CONSERVACIÓN ECOLÓGICA



SALUD Y CALIDAD DEL AIRE



RECURSOS HÍDRICOS



EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



CAPACITY BUILDING



Acerca de las Capacitaciones de ARSET

- En línea o presenciales
- En vivo, dirigidas por instructores o autodirigidas por uno a su propio ritmo
- Sin ningún costo
- Opciones bilingües y multilingües
- Solo usan software y datos de fuente abierta
- Acomodan diferentes niveles de experiencia
- Visite la [página de ARSET](#) para aprender más.



EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



CAPACITY BUILDING





Evaluación de los Impactos de los Incendios en la
Salud de las Cuencas Hidrográficas
Resumen General

Objetivos de Aprendizaje para Esta Capacitación

Al final de esta capacitación, las/los participantes tendrán la capacidad para:

- Analizar los criterios clave de la ciencia de incendios para seleccionar datos apropiados de satélites/instrumentos para una cuenca hidrográfica determinada
- Distinguir, comparar y contrastar las condiciones biofísicas antes y después de un incendio
- Adquirir mapas de uso del suelo y cobertura terrestre para su región de interés
- Elegir límites de cuencas y subcuencas fluviales para su región de interés
- Reconocer cómo aplicar la herramienta “Soil and Water Assessment Tool” (SWAT), un modelo a escala de cuenca hidrográfica, para simular la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas



Prerrequisitos

- [Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)
- [Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios](#)
- [Using Google Earth Engine for Land Monitoring Applications](#)
- [Videos Instructivos de Texas A&M para SWAT](#)



Esquema de la Capacitación

1^{ra} Parte
Observaciones de Satélite y Herramientas para el Riesgo de Incendios
6 de julio de 2023

2^{da} Parte
Observaciones de la Tierra y la Herramienta "Soil & Water Assessment Tool" (SWAT) para Evaluar la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas Después de un Incendio
7 de julio de 2023

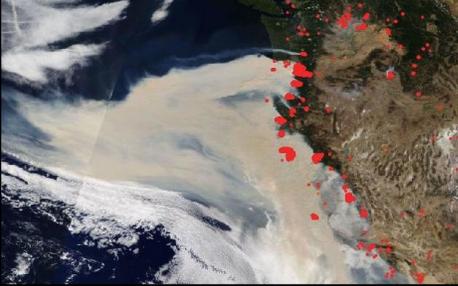
3^{ra} Parte
Uso de Google Earth Engine para Monitorear los Impactos Después de un Incendio
13 de julio de 2023

Tarea
Abre el 13 de julio – Fecha límite: 27 de julio – Publicada en la página web de la Capacitación

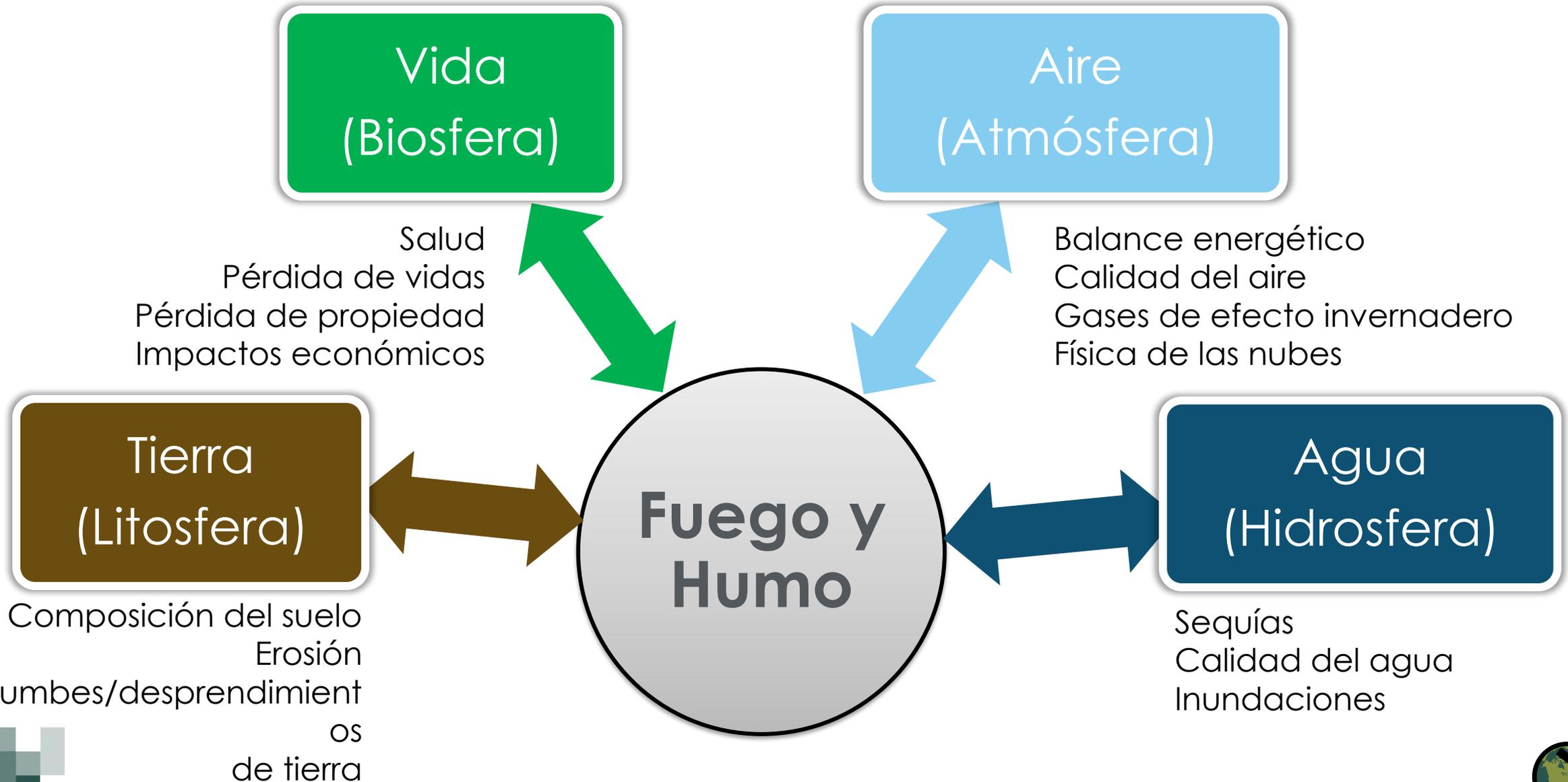
Se otorgará un **certificado de finalización de curso** a quienes asistan a todas las sesiones en vivo y completen la tarea asignada antes de la fecha estipulada.



Tipos de Incendio

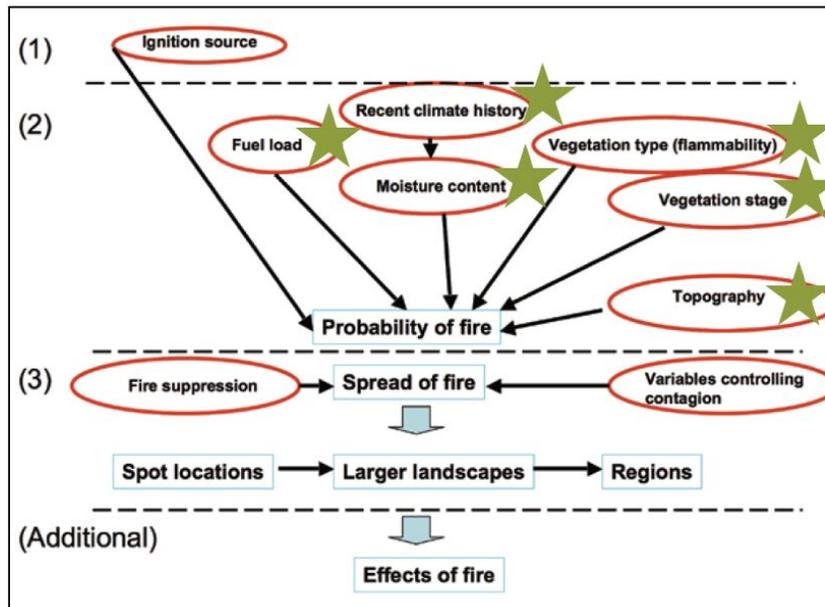
	Incendio Forestal o en Áreas Silvestres	Deforestación	Agrícola	De Turba
				
¿Qué quema?	Bosque, matorral, hierba	Bosque	Cultivos, hierba, matorral	Turba (material similar a la tierra)
¿Cuándo quema?	Tiempo seco, varía de año en año	Estacionalmente	Estacionalmente	Estacionalmente, varía de año en año
¿Por qué quemó?	Humanos (quemadas prescritas, accidentales, o provocadas ilegalmente), o naturales (relámpago)	Humanos (desmonte para ganadería y cultivos)	Humanos (quema anterior o después de una temporada de crecimiento para despejar campos para cultivos)	Humanos (desmonte para cultivos y ganadería, natural (deshielo de permafrost))
¿Cómo quema?	Varía de poco a extremo, pueden			Intensidad muy baja

El Fuego en el Sistema Terrestre



Mapeo del Peligro de Incendios

- La probabilidad de que un incendio comience en cierta zona.
- El riesgo se determina recopilando factores relevantes que influyen en la ignición y el comportamiento de un incendio.



Calculation of fire risk:
There are three aspects to predicting fire: (1) the probability of ignition; (2) the biophysical influences on fire, such as fuel load, moisture content, flammability of the vegetation, and topography; and (3) the spread of fire once it gets established.

Image Credit: [Weinstein and Woodbury, USFS](#)

Los mapas de riesgo de incendios comprensivos son difíciles de producir debido a los muchos factores que impactan en la probabilidad de incendio.

En esta capacitación nos centramos en la evaluación del riesgo de incendios monitoreando el combustible para incendios, la temperatura, precipitación y humedad del suelo en una cuenca hidrográfica.





Evaluación de los Impactos de los Incendios en la Salud
de las Cuencas Hidrográficas
**1^{ra} Parte: Observaciones de Satélite y Herramientas
para el Riesgo de Incendios**

Formadores

Amita Mehta

Instructora, Agua y
Desastres



Sean McCartney

Instructor, Agua y Desastres



1^{ra} Parte – Objetivos

Al finalizar la 1^{ra} Parte, las/los participantes podrán:

- Dar ejemplos de criterios de condiciones de sequía de la ciencia de incendios en una cuenca hidrográfica determinada antes de un incendio para seleccionar datos adecuados de satélites/instrumentos para una cuenca hidrográfica de su interés
- Demostrar cómo delinear cuencas y subcuencas de ríos para una cuenca hidrográfica de su interés
- Calcular anomalías en condiciones biofísicas y meteorológicas para una cuenca hidrográfica de su interés



Esquema de la 1^{ra} Parte

- Visión general de las Observaciones de la Tierra para la Evaluación del Peligro de Incendios
- Visión General de las Herramientas para el Monitoreo del Riesgo de Incendios
- Indicadores de Peligro de Incendios a base de Teledetección
- Estudios de caso: Incendios Recientes en EE.UU. Y Canadá
- **Demostración**

Evaluación del Riesgo Antes de un Incendio: Estudios de Caso del Incendio de Woolsey y los Incendios de Quebec Usando GEE

- Delinear una cuenca hidrográfica
- Derivar el Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI) para evaluar condiciones secas
- Monitorear anomalías¹ de humedad del suelo y el índice “Normalized Difference Vegetation Index” (NDVI) dentro de una cuenca hidrográfica

¹Desviaciones de la media a largo plazo



Cómo Hacer Preguntas

- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions” y las responderemos al final de este webinar.
- No dude en escribir sus preguntas mientras vayamos avanzando. Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión para preguntas y respuestas después del webinar.
- Las demás preguntas las responderemos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página web de la capacitación aproximadamente una semana después de esta.

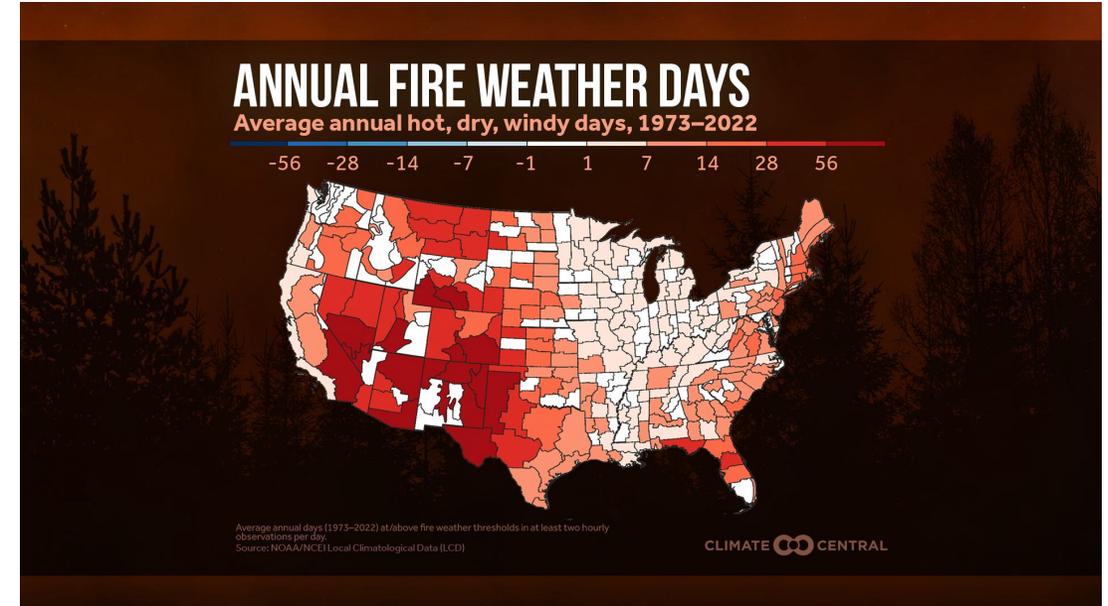




Satélites y Sensores de Observación de la Tierra para Evaluar el Riesgo de Incendios

Repaso Rápido – Datos sobre los Incendios

- La mayoría de los incendios ocurre en condiciones secas y cálidas.
- Las condiciones tanto meteorológicas como climáticas impactan en el riesgo de incendios.
- La cobertura vegetal, el tipo de vegetación (árboles, matorral, pradera) y la densidad y la altura de esta proporcionan combustible para los incendios.



Climate Central



Datos de Cuencas Hidrográficas Relevantes a la Evaluación del Riesgo de Incendios

- Precipitación
- Temperaturas en la Superficie
- Humedad del Suelo
- Combustible Vegetal
- Topografía
- Humedad
- Vientos

La teledetección y los modelos de sistemas terrestres de la NASA brindan estos datos para las condiciones en las cuencas hidrográficas antes, durante y después de un incendio.



Satélites y Sensores para la Evaluación del Riesgo de Incendios

Parámetro	Satélite	Sensores	Resoluciones y Cobertura Espacial/Temporal
Precipitación	TRMM y GPM combinadas Con una Constelación de Múltiples Satélites → IMERG	Radiómetros de Microondas (TMI, GMI) y RADAR (PR, DPR) Captadores de Imágenes y Sondas de Microondas Calibrados con Datos de Sensores de GPM	0,1° x 0,1° 30 minutos, Diaria, Mensual 6/2000 hasta hoy
Humedad del Suelo	SMAP	Banda-L Radiómetro de Microondas	9 km x 9 km y 36 km x 36 km Diaria 3/2015 hasta hoy
Topografía	SRTM	Radar Banda-C	30m Datos Estáticos: 2001

TRMM: Tropical Rainfall Measurement Mission

GPM: Global Precipitation Measurement

SMAP: Soil Moisture Active Passive

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission

IMERG: Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM



Satélites y Sensores para la Evaluación del Riesgo de Incendios

Parámetro	Satélite	Sensores	Resoluciones y Cobertura Espacial/Temporal
Cobertura Terrestre	Landsat	TM, ETM+, TIRS	30m, 16 días, 1972-Hoy
Temperatura de la Superficie de la Tierra	Terra, Aqua	MODIS	1 km, Diaria, 8 Días, Mensual, 2000-Hoy
Cobertura Terrestre	Terra, Aqua	MODIS	250m, 500m, 1 km Diaria, 8 Días, Mensual 2000-Hoy
Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI)	Sentinel-2	MSI	10m, 20m, 60m 2 a 5 Días Junio 2015-Hoy
	SNPP, JPSS	VIIRS	375m, 750m Diaria 2012-Hoy

SNPP: Suomi National Polar-orbiting Partnership
 JPSS: Joint Polar Satellite System
 OLI: Operational Land Imager
 MSI: Multi Spectral Imager

MODIS: MODerate-Resolution Imaging Spectroradiometer
 VIIRS: Visible Infrared Imaging Radiometer Suite
 ETM: Enhance Thematic Mapper



Modelos a Base de Observaciones de Satélite para la Evaluación del Riesgo de Incendios

Parámetro	Modelo	Resoluciones y Cobertura Espacial/Temporal
Tiempo Propicio para Incendios y Datos Climatológicos [Precipitación, Temperatura en la Superficie, Humedad Relativa, Vientos]	MERRA-2	0,5° x 0,667°, Cada Hora, Mensual 1980 hasta Hoy
Humedad del Suelo Evapotranspiración	NLDAS GLDAS v2.1	0,125° x 0,125°, Cada Hora, Mensual 1979 hasta Hoy 0,5° x 0,25°, 1° x 1°, 3 Horas, Mensual 2000 hasta Hoy

MERRA-2: Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/index.php>

NLDAS: North American Land Data Assimilation System <https://ldas.gsfc.nasa.gov/nldas>

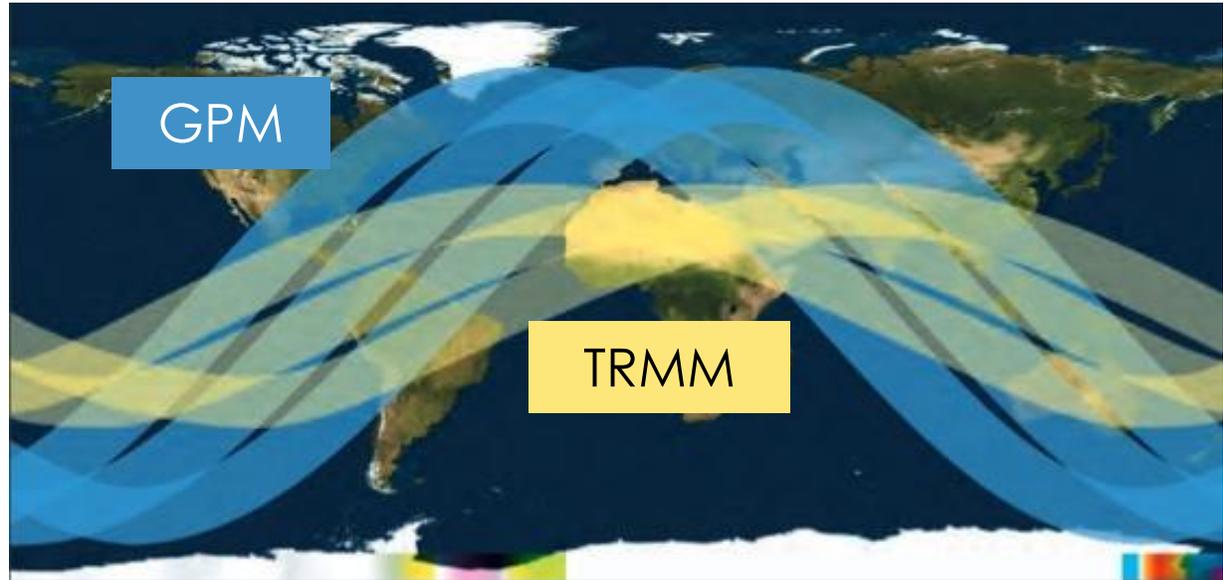
GLDAS: Global Land Data Assimilation System <https://ldas.gsfc.nasa.gov/gldas>



La Misión “Global Precipitation Measurement” (GPM)

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

- Satélite principal lanzado el 27 de febrero de 2014
 - Órbita no polar, de baja inclinación
 - Altitud: 407 km
- Cobertura Espacial:
 - 16 órbitas al día cubriendo el área entre 65°S y 65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un tiempo de revisita de 2 a 4 horas sobre tierra.
- Sensores:
 - GMI (GPM Microwave Imager)
 - DPR (Dual Precipitation Radar)

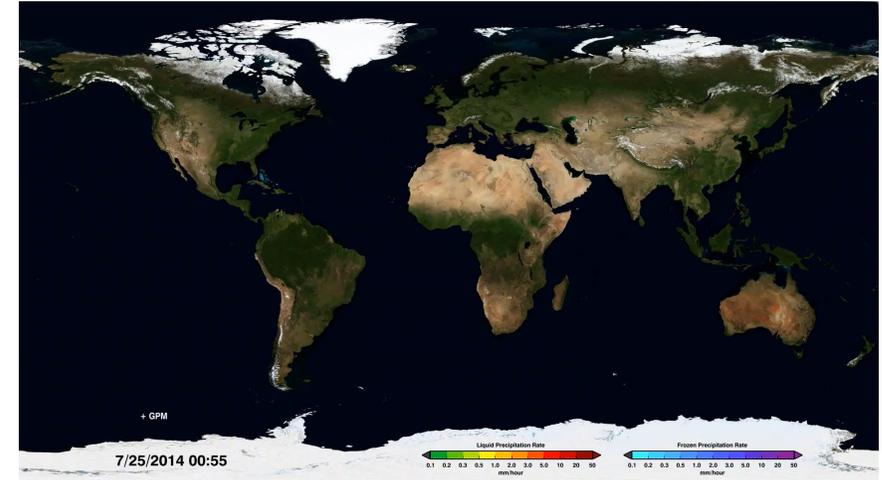


Global Precipitation Measurement (GPM) Mission y Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM)



Datos de IMERG Versión 06

- IMERG es un sistema singular integrado de códigos para tiempo casi real y post-real
- Recorridos múltiples acomodan diferentes necesidades de usuarios en cuanto a latencia y exactitud
 - “Temprano” – 5 horas (riadas repentinas)
 - “Tarde” – 12 horas (irrigación de cultivos)
 - “Final” – 3 meses (datos de investigación)
- Transformación (morphing) de precipitaciones en base a modelos numéricos más cerca de los polos que 60° N/S
- La calibración general la brindan TRMM y GPM mediante un algoritmo combinado radar-radiómetro. TRMM de junio de 2000 hasta mayo de 2014 y después GPM.
- IMERG se adapta a la climatología mensual GPCP según la zona para lograr un perfil de sesgos que se considera razonable.



Se utiliza una constelación de satélites junto con observaciones de GPM para obtener datos de precipitación de cada media hora.

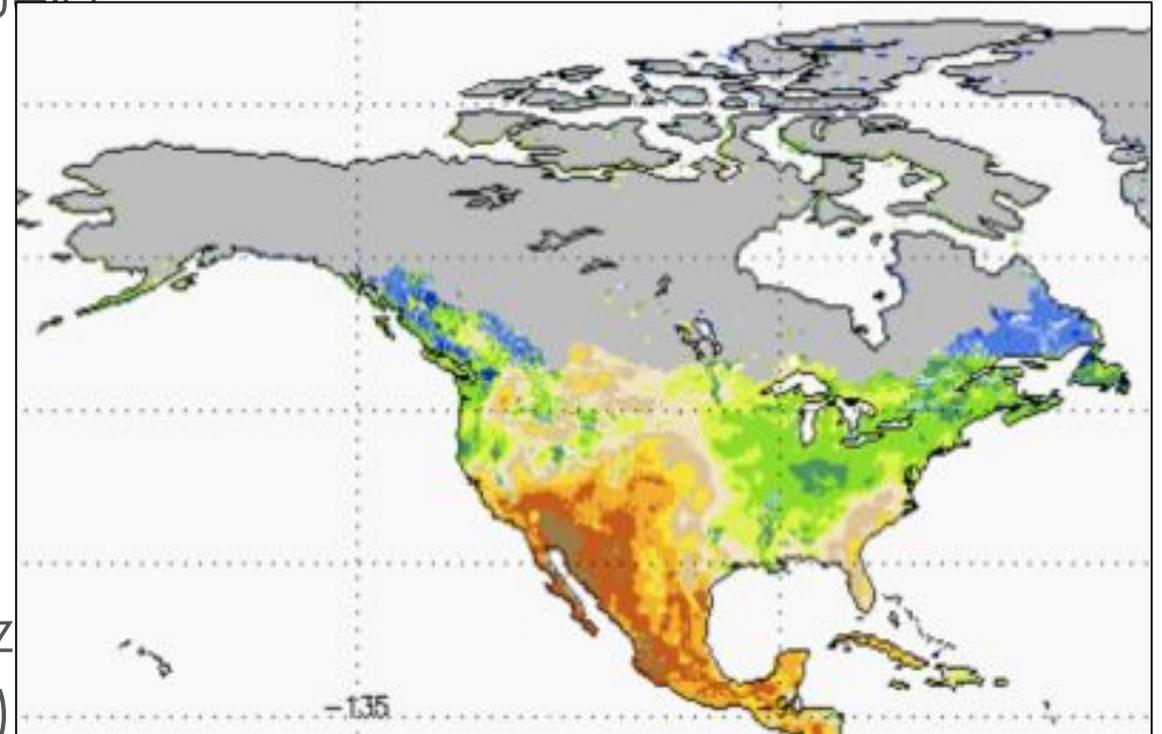


Soil Moisture Active Passive (SMAP)

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

- Órbita Polar
 - Altitud: 685 km
- Cobertura Espacial:
 - Global
- Lanzado el 31 de enero de 2015
- Cobertura Temporal:
 - Diaria, marzo 2015 – hoy
- Sensores:
 - Radiómetro de Microondas 1,41. GHz
 - Radar de Microondas (no disponible)

Mide la humedad en los 5 cm superiores del suelo



Landsat y Sentinel-2

- **Landsat**

- El primer Landsat se lanzó en 1972
- Landsat 8 se lanzó en 2013
- Multiespectral, píxeles de 30 metros, banda pancromática de 15 metros, tiempo de revisita de 16 días

- **Sentinel-2**

- Lanzado en junio de 2015
- Multiespectral, bandas de píxeles de 10, 20 y 60 metros, tiempo de revisita de 2 a 5 días

- **Aplicaciones para Incendios Forestales:**

- Extensión y tipos de vegetación: Clasificación de la cobertura terrestre
- Etapa y Salud de la Vegetación: Variedad de índices de vegetación, incluyendo NDVI, EVI, SAVI
- Humedad de la vegetación: NDWI y el Índice de estrés evaporativo



Fuente de las Imágenes:
USGS, ESA



MODIS

- **Aplicaciones para Incendios Forestales :**
 - Extensión y tipo de vegetación:
Clasificación de la cobertura terrestre
 - Salud y Etapa de la Vegetación:
NDVI, EVI, Fenología de Alta Resolución Temporal
 - Estructura de la Vegetación: Índice de Área Foliar
- Resolución Espacial:
 - 250 m, 500 m, 1 km
- Resolución Temporal:
 - Diaria, 8 días, 16 días, mensual, trimestral, anual
 - 2000 – Hoy
- Cobertura Espectral:
 - 36 bandas

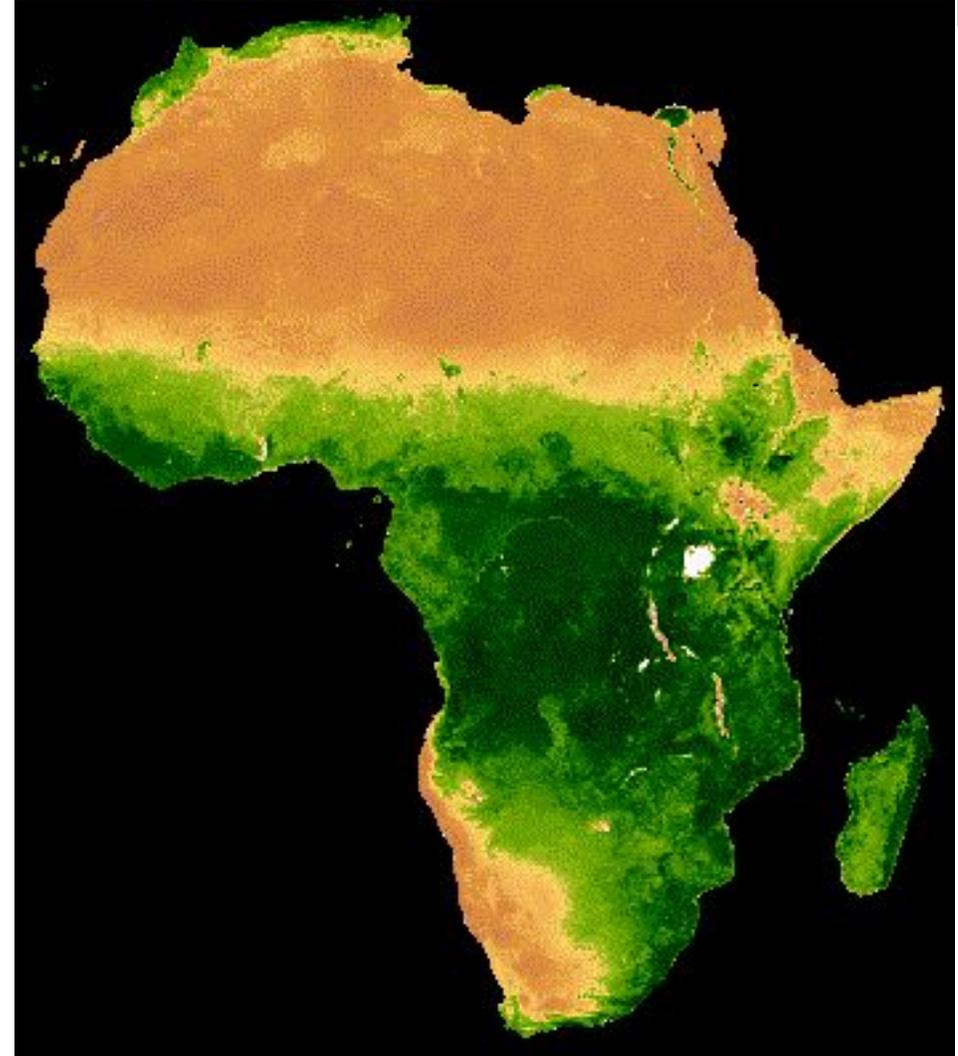
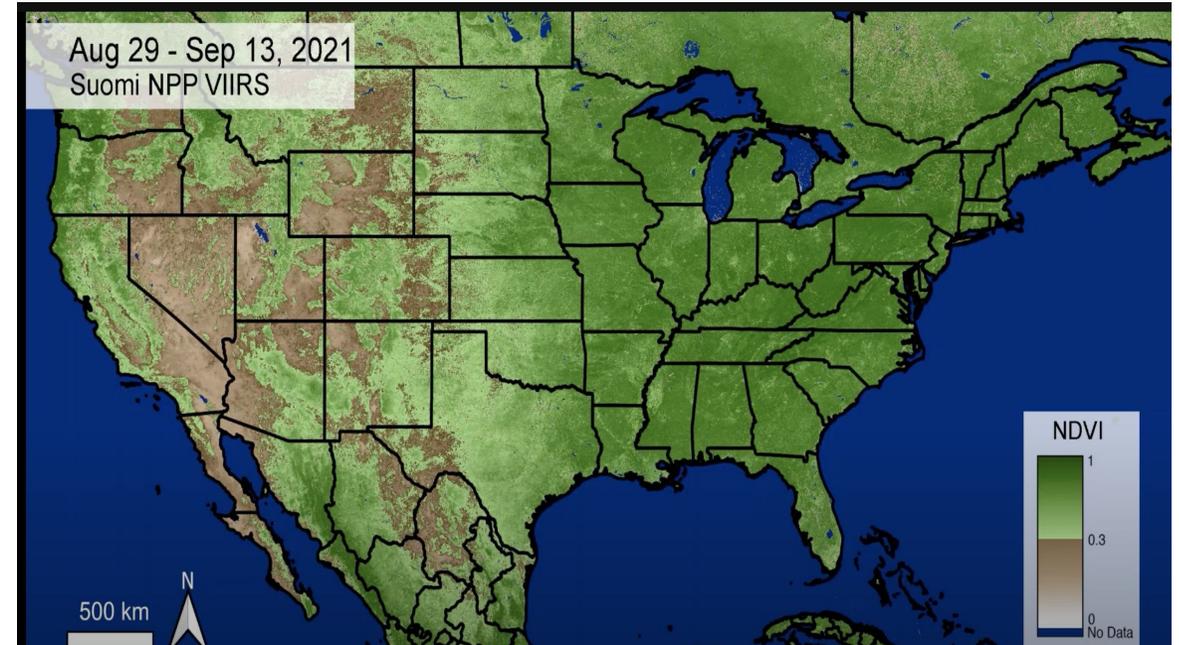


Imagen de lapso de tiempo del MODIS NDVI en Africa.
Fuente de la Imagen: [Google Earth Engine Developers](#)



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

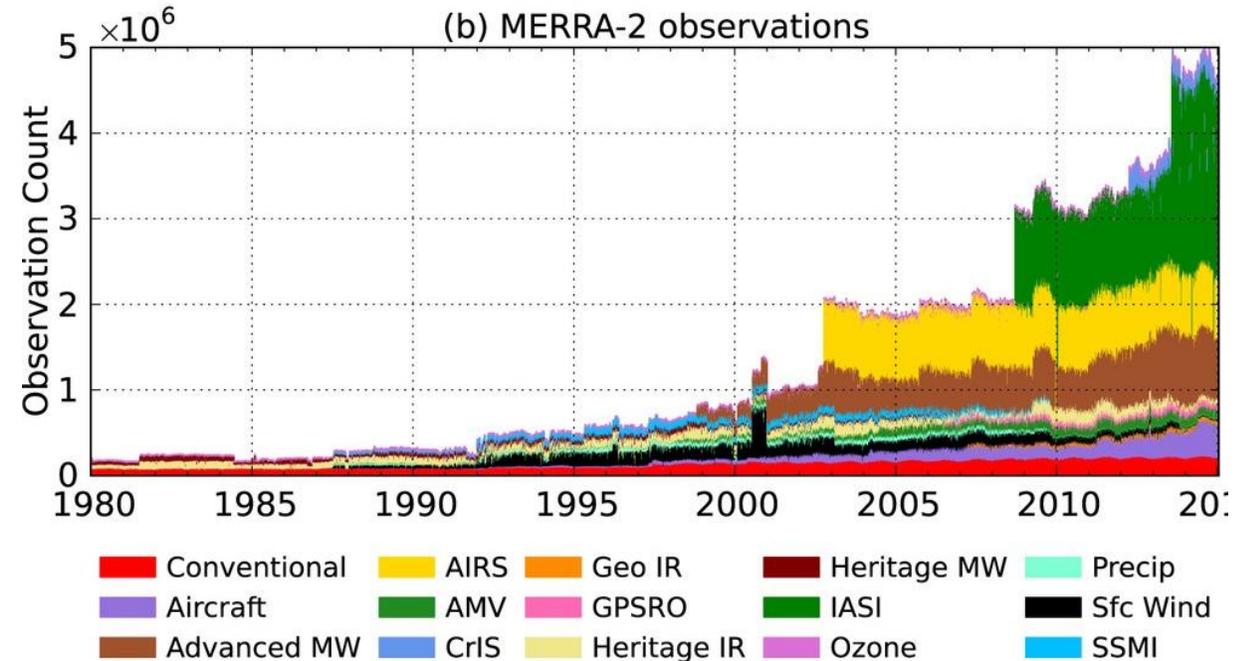
- **Aplicaciones para Incendios Forestales de Vegetación:**
 - Etapa de la Vegetación: Índices de Vegetación incluyen el NDVI y EVI
 - Salud de la Vegetación: El producto VIIRS de la salud de la vegetación incluye el Índice de la condición de la vegetación, el Índice de la condición de la temperatura y el Índice de la Salud de la Vegetación
- Lanzado en 2012; recolecta imágenes visibles e infrarrojas
- Resolución temporal diaria y cobertura global
- Resolución Espacial:
 - 5 bandas de alta resolución: 375 m
 - 16 bandas de resolución moderada: 750 m



MERRA-2

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>

- Combina las grandes cantidades de datos de observaciones con datos de entrada del modelo Goddard Earth Observing System (GEOS-5) (1980 –hoy)
- Ofrece análisis de última tecnología a nivel mundial sobre escalas temporales de meteorológicas a climáticas
- Enfocada en mejorar el ciclo hidrológico



Resumen de MERRA-2: [The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 \(MERRA-2\)](#), Ronald Gelaro, et al., 2017, J. Clim., [doi: 10.1175/JCLI-D-16-0758.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1)

NASA ARSET – Assessing the Impacts of Fires on Watershed Health



Global Land Data Assimilation System (GLDAS)

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

Un modelo del balance hídrico y energético con asimilación de datos de teledetección.

Entradas:

- Lluvia: Datos de TRMM de Múltiples Satélites
- Datos Meteorológicos: Datos en Base a Reanálisis y Observaciones globales de la universidad de Princeton
- Máscara de Vegetación, Máscara de Tierra/Agua, Índice de Área Foliar (LAI): MODIS (GLDAS-2)
- Nubes y Nieve (para radiación superficial): Satélites de la NOAA y DMSP

Salidas Integradas Incluyen:

- Humedad del Suelo
- Evapotranspiración
- Escorrentía Superficial/Sub-Superficial
- Equivalente en Agua de la Nieve

Referencia: 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, y D. Toll, 2004. The Global Land Data Assimilation System. Boletín del 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 de la Tierra: Noah, CLM2, Mosaic y VIC

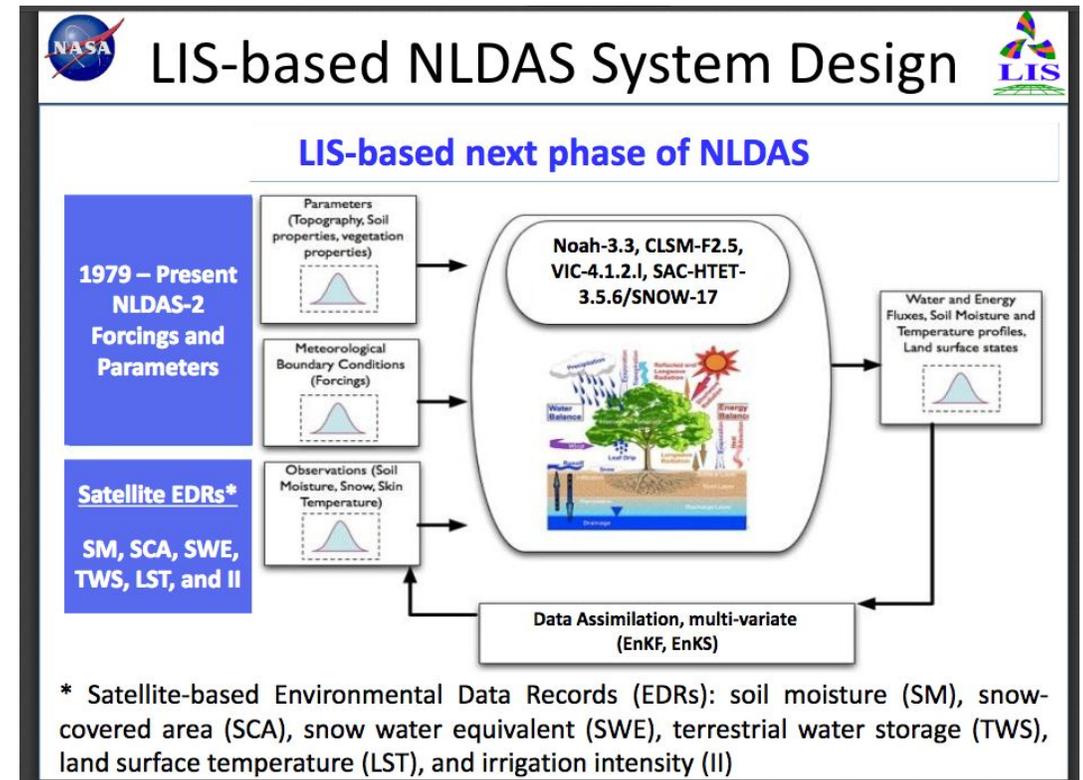
Entradas:

- Precipitación: Pluviómetros NOAA-CPC
- Datos Meteorológicos, Radiación en la Superficie: Análisis Regional para Norteamérica

Salidas Integradas Incluyen:

- Humedad del Suelo
- Evapotranspiración
- Escorrentía Superficial/Subsuperficial
- Equivalente en Agua de la Nieve

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

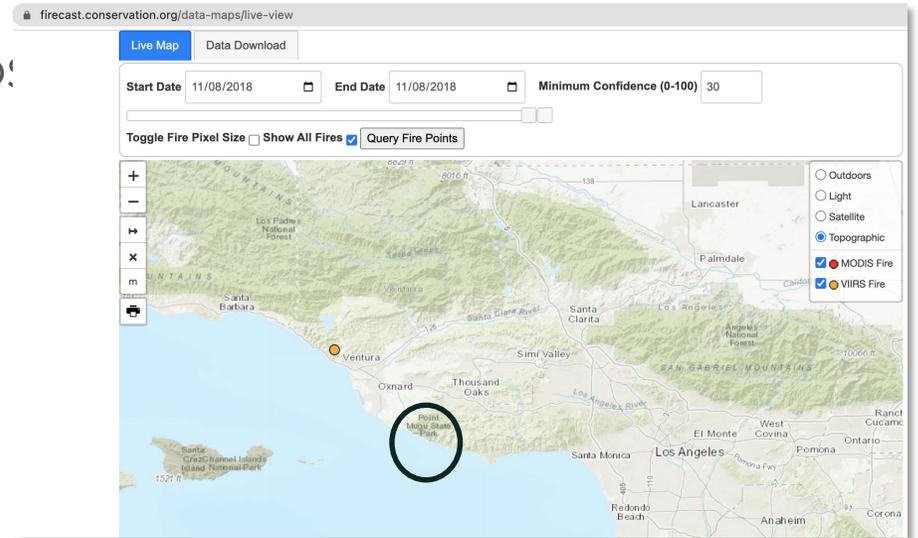




Herramientas a Base de Teledetección para el Monitoreo del Riesgo de Incendios

Herramientas de Monitoreo del Riesgo de Incendios (Regionales)

- [LANDFIRE](#): Cobertura vegetal existente y altura de esta, topografía, combustible y régimen de incendios (EE.UU.)
- [North American Wildland Fuels Database \(NAWFD\)](#): Datos de carga de combustible por hectárea (EE.UU.)
- [The Forest Inventory and Analysis \(FIA\)](#): Portal del Servicio Forestal de EE.UU. para información a base de datos de campo y de teledetección sobre las especies, tamaño, salud y mortandad de los árboles (EE.UU.)
- [Firecast](#): Alertas de incendios y disturbios forestales en tiempo casi real a base de teledetección (limitado a EE.UU., países específicos en Sudamérica, Indonesia, Madagascar)



Ubicación del Incendio de Woolsey de FIRECAST

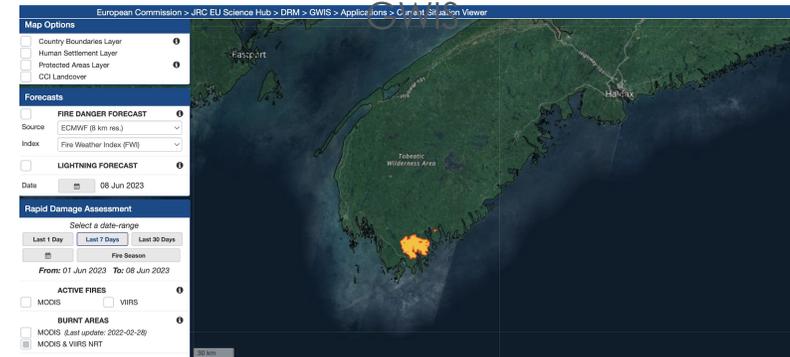
[Para más detalles, ver Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios \(2^{da} Parte\)](#)



Herramientas de Monitoreo del Riesgo de Incendios (Mundiales)

- [Evaporative Stress Index Mapper](#): Informa anomalías de evapotranspiración como indicador de condiciones secas
- [Global Wildfire Information System](#): Presenta un panorama comprensivo y una evaluación de regímenes de combustible y un pronóstico de condiciones meteorológicas propicias para incendios a largo plazo y de los efectos de los incendios a nivel mundial

Incendio Reciente en Nueva Escocia de



Índice de Tiempo Propicio para Incendios de GWIS



[Para más detalles, ver Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios \(2^{da} Parte\)](#)



Herramientas Adicionales

Herramientas Adicionales Utilizadas en Esta Capacitación:

- [Google Earth Engine \(GEE\)](#)
- [SWAT](#)
- [NASAaccess](#)





Indicadores a Base de Teledetección para el Monitoreo del Riesgo de Incendios

Indicadores de Riesgo de Incendios

- Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)
- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI)
- Índice de Vegetación Mejorado (Enhanced Vegetation Index o EVI)
- Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (Soil Adjusted Vegetation Index o SAVI)
- Índice de Agua de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Water Index o NDWI)
- Índice Normalizado de Materia Seca (Normalized Dry Matter Index o NDMI)
- Índice de Estrés Evaporativo (Evaporative Stress Index o ESI)

[Para más detalles, ver Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios \(2^{da} Parte\)](#)
[Anomalías de precipitación, humedad del suelo e índices de vegetación](#)



Factores de Riesgo de Incendios Adicionales

- La altura y densidad de la vegetación
- Elevación – Influye en la lluvia, temperatura, tipos de vegetación, exposición al viento, potencial de que caigan rayos
- Aspecto y Pendiente del Terreno: Afectan la cantidad de radiación solar, el potencial de propagación de un incendio



Esta vista en perspectiva, combinando una imagen de Landsat con topografía de SRTM, muestra la topografía.

Fuente de la Imagen: [NASA](#)

[Para más detalles, ver Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios \(2^{da} Parte\)](#)



Indicadores de Riesgo de Incendios

- Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)
- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI)
- Índice de Vegetación Mejorado (Enhanced Vegetation Index o EVI)
- Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (Soil Adjusted Vegetation Index o SAVI)
- Índice de Agua de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Water Index o NDWI)
- Índice Normalizado de Materia Seca (Normalized Dry Matter Index o NDMI)
- Índice de Estrés Evaporativo (Evaporative Stress Index o ESI)

[Para más detalles, ver Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios \(2^{da} Parte\)](#)
Anomalías de precipitación, humedad del suelo e índices de vegetación



Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Drought/Monitoring/spi.shtml>

- Se define principalmente para caracterizar la sequía meteorológica. Matemáticamente, los datos históricos de precipitación en cualquier lugar equipado con distribución gamma representan una función de probabilidad acumulativa. Si un evento de lluvia tiene una probabilidad baja en la función de probabilidad acumulativa, es indicativo de un evento de sequía. Los valores del SPI pueden interpretarse como el número de desviaciones del estándar por las cuales la anomalía de lluvia observada se desvía de la media a largo plazo..
- $SPI = (P - P^*) / \sigma_p$

donde P = Precipitación

P^* = Precipitación Media

σ_p = Desviación del Estándar de Precipitación

Referencia: Guttman, N. B., 1999: Accepting the Standardized Precipitation Index: A calculation algorithm. J. Amer. Water Resour. Assoc., 35(2), 311-322.



Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI)



- El uso del NDVI como métrica para la salud y fenología de la vegetación es ampliamente difundido.
- Es una medida del verdor de la vegetación.
- Valores varían del -1,0 al 1,0
 - Valores negativos hasta 0 significan que no hay hojas verdes.
 - Valores cerca de 1 indican la mayor densidad posible de hojas verdes.
- Fórmula del NDVI:
$$\frac{\text{Infrarrojo Cercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojo Cercano} + \text{Rojo}}$$



NDVI en California, mostrando vegetación seca donde el Incendio de Woolsey ocurrió en noviembre de 2018





Estudios de Caso

Incendios Recientes en EE.UU. y Canadá

Incendio de Woolsey de 2018

- El incendio de Woolsey comenzó el 8 de noviembre de 2018 en el cañón de Woolsey cerca de los condados de Los Ángeles y Ventura en el Sur de California.
- El incendio quemó casi 100.000 acres (40.000 ha) de tierras.
- Se estima que hubo USD 6 mil millones de daños a la infraestructura.
- El incendio comenzó cuando unos cables de alta tensión se arquearon, encendiendo hierba seca en el cañón de Woolsey y se propagó rápidamente debido a los fuertes vientos de Santa Ana.

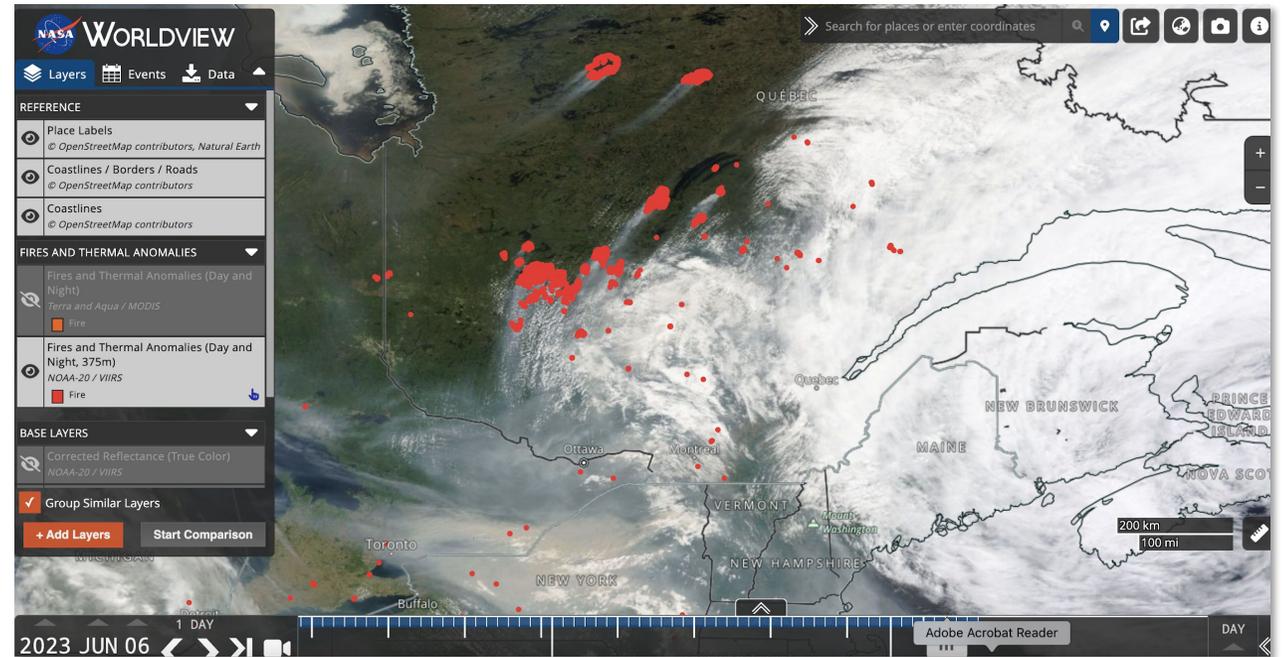


Fuente de la Imagen: [The New Yorker](#)



Incendios en Quebec 2023

- En total, se han quemado 3,3 millones de hectáreas (8,2 millones de acres) en Canadá en lo que vamos del año.
- Los incendios del 5 de junio fueron los peores en Quebec, con 160 incendios y 10.000 personas desplazadas.
- Una tormenta cerca de la costa de Nueva Escocia ha desviado el humo de estos incendios hacia el sur a Estados Unidos.



Incendios Observados de MODIS y VIIRS el 6 de junio de 2023

[NASA Worldview](https://worldview.nasa.gov)

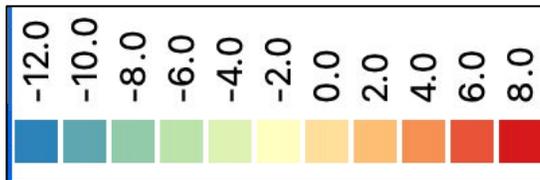
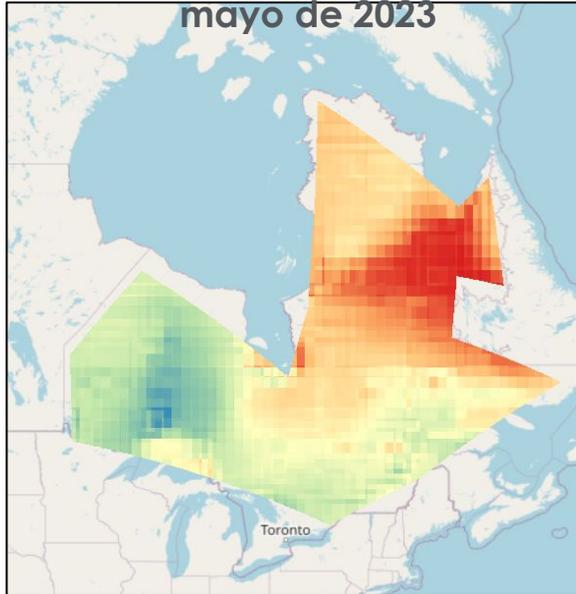
([People](#))



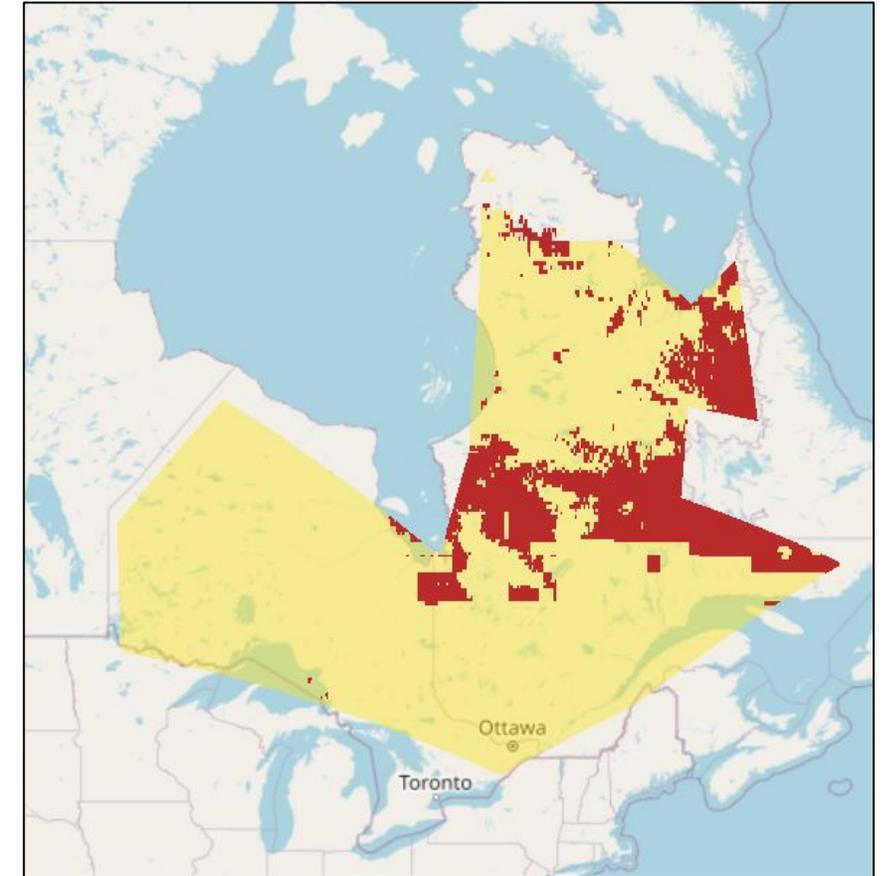
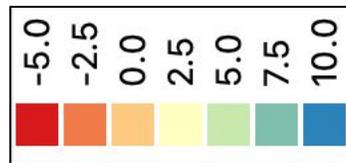
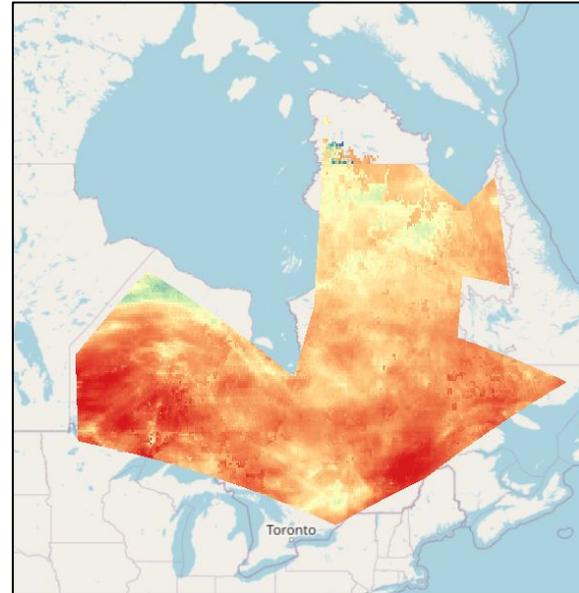
Incendios Quebec: Observaciones de la Tierra

■ Anomalías Secas y Cálidas Indican Peligro de Incendios

MERRA-2: Anomalías de Temperatura de la Superficie para mayo de 2023



IMERG: Anomalías de Precipitación para mayo de 2023



Nota: Las anomalías se calculan restando las cantidades medias de 2001-2022 a los valores para mayo de 2023.





Resumen General Google Earth Engine (GEE)

La Plataforma Google Earth Engine

- Google Earth Engine (GEE) aprovecha las capacidades de computación en la nube para proporcionar a los usuarios un lugar único para **acceder a datos satelitales, aplicar metodologías de teledetección y mostrar resultados de análisis.**
- La interfaz de programación de aplicaciones (application programming interface o API) de GEE permite a los usuarios aplicar fácilmente clasificaciones y algoritmos de monitoreo de la cobertura terrestre con comandos codificados.

☰ Google Earth Engine

Meet Earth Engine

Google Earth Engine combines a multi-petabyte catalog of satellite imagery and geospatial datasets with planetary-scale analysis capabilities and makes it available for scientists, researchers, and developers to detect changes, map trends, and quantify differences on the Earth's surface.

Satellite Imagery + Your Algorithms + Real World Applications

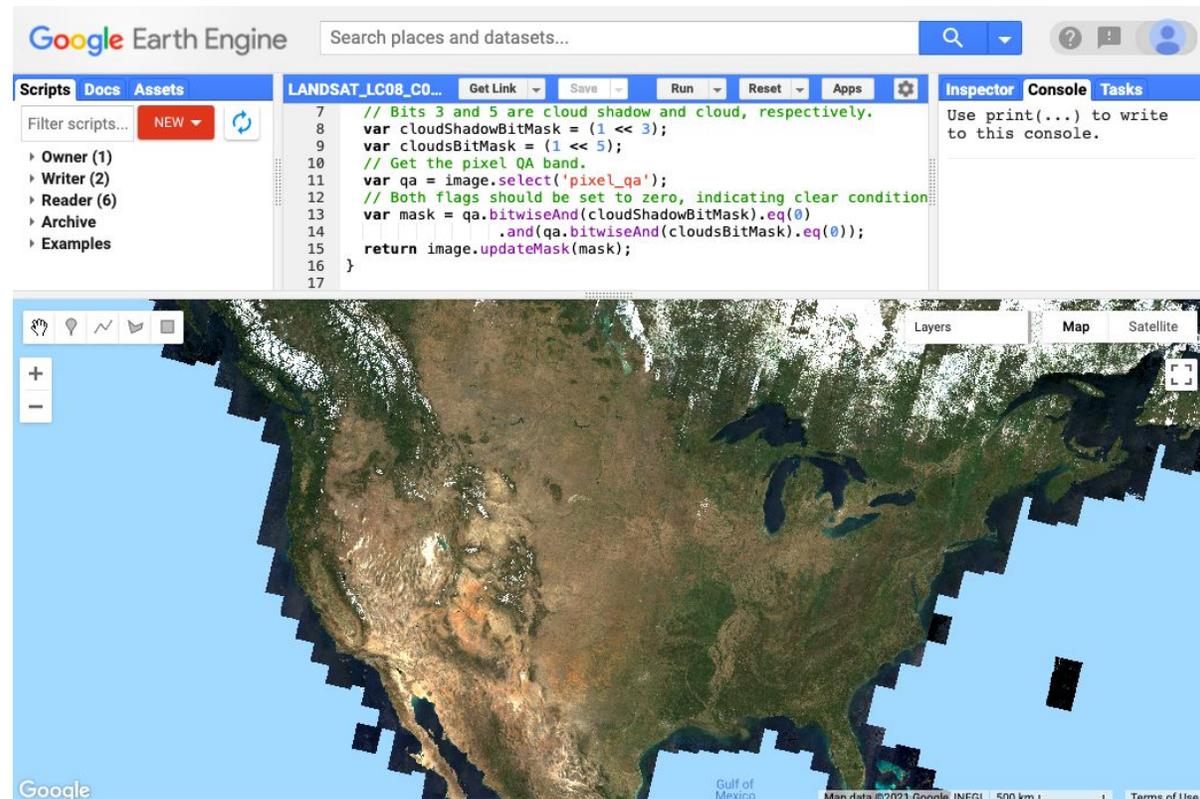
[Learn More](#)

Fuente de la Imagen: [Google Earth Engine](#)



Computación Ráster en la Nube para el Análisis de Teledetección

- La computación ráster en la nube remueve barreras y limitaciones relacionadas con ...
 - El albergar y almacenar datos
 - El acceso y la disponibilidad de imágenes
 - La capacidad computacional
- GEE también es gratuito para científicos, investigadores y desarrolladores.



Interfaz del editor de código de Google Earth Engine usando la API de JavaScript, visualizando imágenes de la reflectancia de la superficie para EE.UU. en color real.

Fuente: [Google Earth Engine Developers](#)

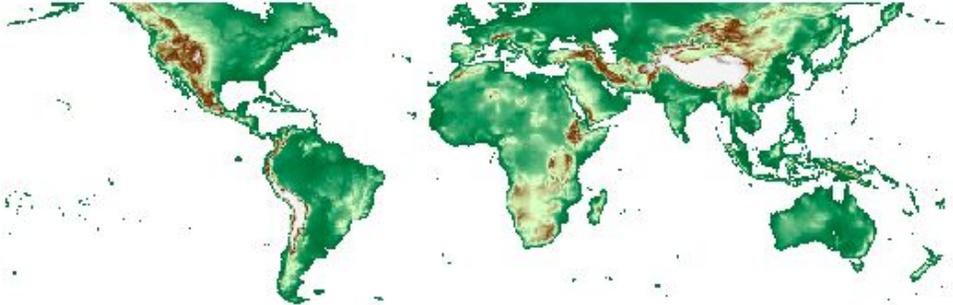


Interfaz de Programación de Aplicaciones (Application Programming Interface o API)

- La API de JavaScript de Earth Engine actualmente es el método más utilizado para trabajar con GEE.
- También hay una API de Python disponible a través de Google Colaboratory (Colab) para aquellos interesados en usar Python.
 - Esto es un poco más complicado que trabajar directamente en el editor de código de GEE con JavaScript.

```
# Import the Image function from the IPython.display module.
from IPython.display import Image

# Display a thumbnail of global elevation.
Image(url = dem.updateMask(dem.gt(0))
      .getThumbURL({'min': 0, 'max': 4000, 'dimensions': 512,
                    'palette': ['006633', 'E5FFCC', '662A00', 'D8D8D8', 'F5F5F5']}))
```

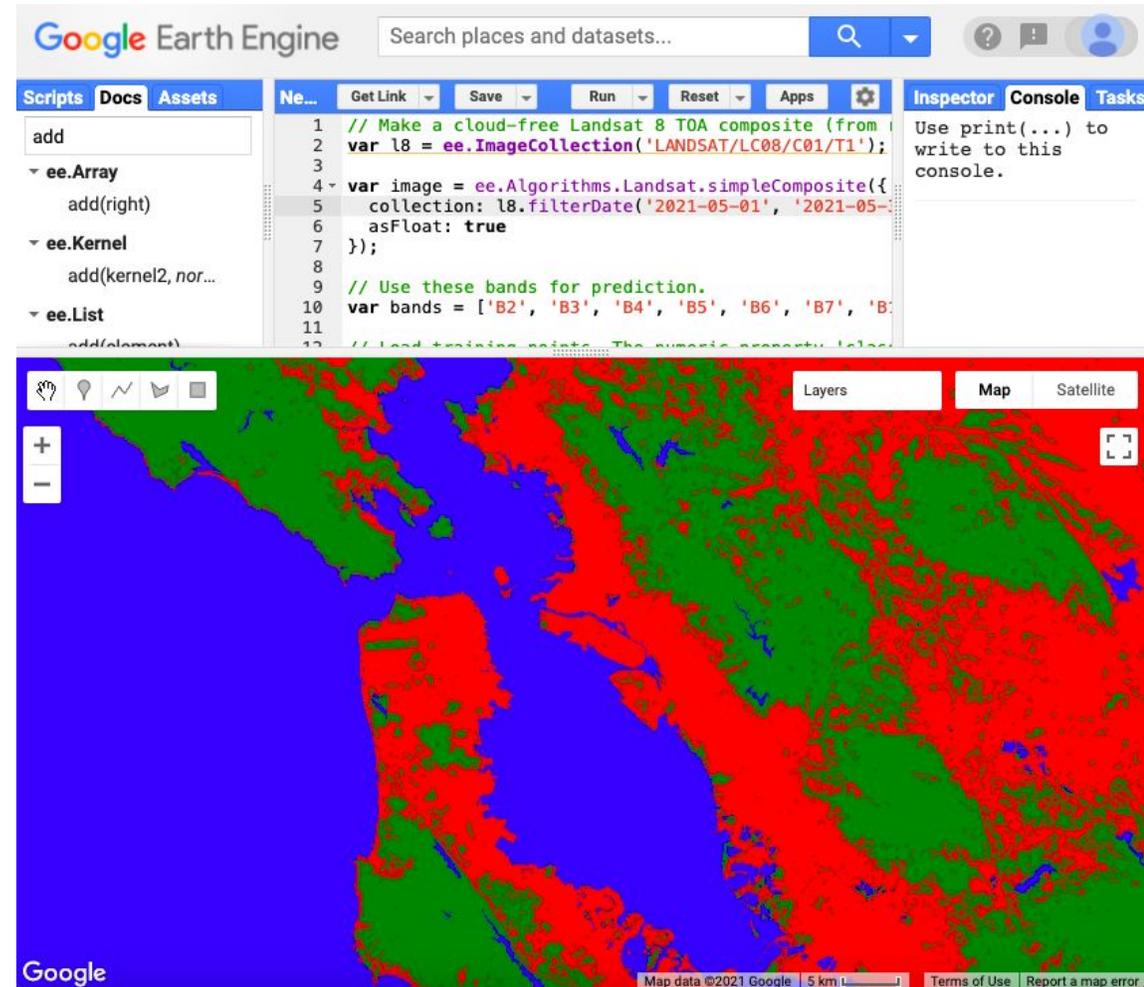


Cuaderno de Google Colab usando una sección codificada para visualizar una celda de salida. Fuente: [Google Colab](#)



Funcionalidad de Google Earth Engine

- Usos de GEE para el análisis de imágenes satelitales incluyen:
 - Automatización del procesamiento y visualización de datos.
 - Monitoreo en tiempo casi real (limitado por la disponibilidad de datos en el catálogo)
 - Aplicación de algoritmos de aprendizaje automático
 - Implementación de la interfaz gráfica de usuario



Clasificador “Classification and Regression Trees” (CART) simple implementado en la API de GEE para identificar tres clases: urbano, bosque y agua en el área de la bahía de San Francisco para mayo de 2021 usando imágenes de Landsat 8. Fuente: [Google Earth Engine Developers](#)





Demostración de un Estudio de Caso Usando GEE
Evaluación del Riesgo antes de un Incendio
Incendios de Quebec y de Woolsey

Código para los Estudios de Caso – Earth Engine

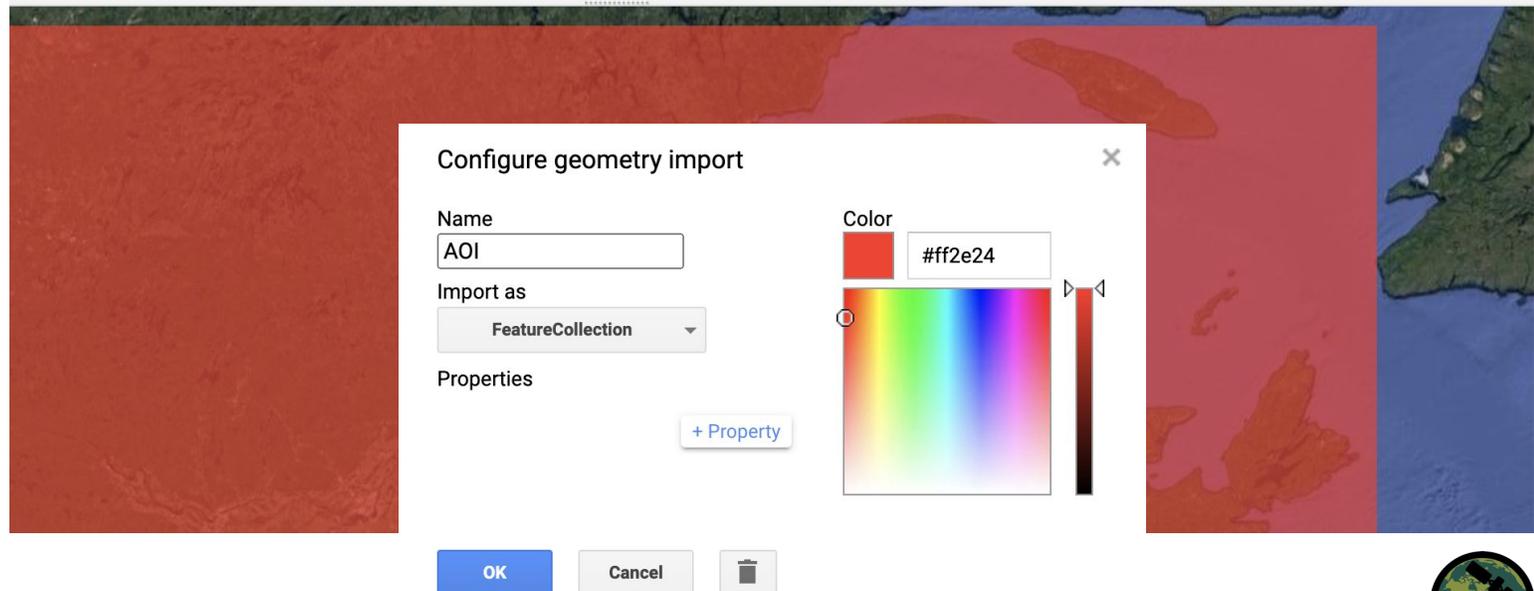
- Incendios de Quebec
- <https://code.earthengine.google.com/8eb322d659058c15574de8e157689af3>
- Incendios de Woolsey
- <https://code.earthengine.google.com/3d3316878c200e909d8066aea9004fe4>



Editar – Código de Earth Engine

- Es importante que siga las instrucciones proporcionadas en las siguientes diapositivas para cambiar el dominio (es decir, el área de interés o “AOI”) y los parámetros de cada conjunto de datos para continuar con el análisis en su propia área de interés. Siga los pasos cuidadosamente en las líneas 32 a 49 del código para crear un cuadro delimitador alrededor de su AOI.

```
29 //=====
30 //                               SELECT YOUR AREA OF INTEREST (AOI)
31 //
32 // Use the polygon-tool in the top left corner of the map pane to draw a bounding box around your
33 // study area.
34 //***** CAUTION! *****
35 //Afterwards, go to the setting of the polygon (gear-symbol within your 'Geometry Imports'),
36 //rename the polygon to 'AOI' and change the 'Import as' drop down to 'FeatureCollection'.
37 // **CAREFUL**: Under 'Geometry Imports' (top left in map panel) uncheck the
38 // geometry box, so it does not block the view on the imagery later.
39 //
40 //***** Alternatively: *****
41 //Upload your shapefile via the 'Assets' tab in the upper left corner. Select 'NEW' => 'Shape files'
42 //and upload the four relevant files of your shapefile (.dbf, .prj, .shp, .shx). Once uploaded, refresh
43 //the assets and import your shapefile from the asset tab into this script by clicking the arrow symbol.
44 //Rename the imported asset to 'AOI' (Area of Interest).
45 //
46 // Set the basemap to display as satellite and set the center of the map to your AOI and specify the zoom level,
47 // from 1 to 24 (1 = the entire planet; 24 = the smallest region possible)
48 Map.setOptions('SATELLITE');
49 Map.centerObject(AOI, 6);
50
51
```



Editar – Código de Earth Engine

- En las líneas 53 a 61 cambie la fecha de la última imagen para su propio análisis.
- En la línea 84 elija el número de meses para el SPI para su propio análisis. Recuerde usar solo valores para la siguiente cantidad de meses.

```
--  
52 //=====
```

53 //
54 //If you want to use another period of time than the whole time span of CHIRPS data, change the
55 //code between ee.Date brackets (start_date & end_date) to the desired dates.
56 //Keep in mind, that a reduction of the time span will lead to a less accurate SPI calculation.
57

```
58 var firstImage = ee.Date(ee.List(CHIRPS.get('date_range')).get(0));  
59 var latestImage = ee.Date("2023-06-01");  
60  
61 //=====
```

```
--  
71 //=====
```

72 //
73 //The SPI can be calculated based on different time scales. The scientific society usually recognizes
74 //one month as the shortest timescale for the calculation of the SPI. Shorter timescales might underly
75 //random fluctuations in precipitation. However, the SPI can also be calculated for longer timescales,
76 //like 6 months. The following settings will give you the possibility to set your own time
77 //frame for the calculation of the SPI.
78

79 //!!
80 //The calculation works for the following quantity of months:
81 //1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 48
82 //!!
83

```
84 var timestep = '2'; //Choose the number of months for the SPI. The default setting will calculate the SPI  
85 | | | | | | | | | | //for 1 month. Setting the timestep to '6' will calculate the SPI for 6 months.  
86  
87 //=====
```



Editar – Código de Earth Engine

- En las líneas 321 a 329, proporcione un título diferente después de "value" apropiado para su propio mapa. Para los datos de SMAP, en las líneas 340 a 341, cambie el filtro de fecha para su propio análisis. En las líneas 356 a 360, cambie los parámetros de visualización mínimos y máximos para simbolizar su mapa de la humedad del suelo

```
319 //*****
320
321 //Create a title for the map window
322 var title = ui.Label({
323   value: 'Drought Monitoring & Fire Risk Detection - Quebec Fires (June 2023)',
324   style:{
325     fontWeight: 'bold',
326     fontSize: '18px'
327   });
328 title.style().set('position', 'top-center');
329 Map.add(title);
330
```

```
331 //=====
332 //                               DROUGHT MONITORING USING SMAP (SOIL MOISTURE ANOMALIES)
333 //*****
334
335
336 //Define a variable for the SMAP Level 4 Global 3-hourly 9-km Surface and Root Zone Soil Moisture product
337 //Filter the date range for a 30-day window of soil moisture anomalies.
338 //More information on the level 4 product can be found at the link below:
339 //https://nsidc.org/sites/default/files/documents/user-guide/multi_spl4smau-v007-userguide.pdf
340 var SMAPL4 = ee.ImageCollection('NASA/SMAP/SPL4SMGP/007')
341   .filter(ee.Filter.date('2023-05-20', '2023-05-21'));
342
```

```
354
355 // Define the visualization parameters for SMAP surface soil moisture anomalies--based on histogram values
356 var smSurfaceVis = {
357   min: -0.15,
358   max: 0.1,
359   palette: ['red', 'white', 'blue']
360 };
361
```



Editar – Código de Earth Engine

- En la línea 381, proporcione una [longitud, latitud] apropiada para trazar una serie temporal de anomalías del NDVI en su AOI.

```
379 // Define a variable for a lon/lat in Quebec, Canada. This will be used to chart a time series of NDVI anomaly at that location.
380 var point = ee.Geometry.Point([-75.465, 49.393]);
381
382
```

- En las líneas 406 a 410, defina una fecha de inicio y un número de meses en la serie temporal NDVI a partir de la fecha de inicio. La secuencia de lista correspondiente al mes se puede encontrar en la pestaña "Console" usando el menú desplegable debajo de "List"

```
406 // Define a start date for the NDVI time series
407 var start = ee.Date('2000-03-01');
408
409 // Define the number of months/years in the NDVI time series from the start date
410 var months = ee.List.sequence(0, 278);
411
```

Inspector Console Tasks

▼ List (279 elements)

- ▶ 0: Date (2000-03-01 00:00:00)
- ▶ 1: Date (2000-04-01 00:00:00)
- ▶ 2: Date (2000-05-01 00:00:00)
- ▶ 3: Date (2000-06-01 00:00:00)
- ▶ 4: Date (2000-07-01 00:00:00)
- ▶ 5: Date (2000-08-01 00:00:00)
- ▶ 6: Date (2000-09-01 00:00:00)
- ▶ 7: Date (2000-10-01 00:00:00)
- ▶ 8: Date (2000-11-01 00:00:00)
- ▶ 9: Date (2000-12-01 00:00:00)
- ▶ 10: Date (2001-01-01 00:00:00)
- ▶ 11: Date (2001-02-01 00:00:00)
- ▶ 12: Date (2001-03-01 00:00:00)
- ▶ 13: Date (2001-04-01 00:00:00)
- ▶ 14: Date (2001-05-01 00:00:00)
- ▶ 15: Date (2001-06-01 00:00:00)
- ▶ 16: Date (2001-07-01 00:00:00)
- ▶ 17: Date (2001-08-01 00:00:00)
- ▶ 18: Date (2001-09-01 00:00:00)
- ▶ 19: Date (2001-10-01 00:00:00)
- ▶ 20: Date (2001-11-01 00:00:00)
- ▶ 21: Date (2001-12-01 00:00:00)
- ▶ 22: Date (2002-01-01 00:00:00)
- ▶ 23: Date (2002-02-01 00:00:00)
- ▶ 24: Date (2002-03-01 00:00:00)
- ▶ 25: Date (2002-04-01 00:00:00)
- ▶ 26: Date (2002-05-01 00:00:00)
- ▶ 27: Date (2002-06-01 00:00:00)
- ▶ 28: Date (2002-07-01 00:00:00)
- ▶ 29: Date (2002-08-01 00:00:00)
- ▶ 30: Date (2002-09-01 00:00:00)
- ▶ 31: Date (2002-10-01 00:00:00)
- ▶ 32: Date (2002-11-01 00:00:00)
- ▶ 33: Date (2002-12-01 00:00:00)



Editar – Código de Earth Engine

- En la línea 445 – 446, edite los valores mínimos y máximos del NDVI apropiados para su AOI; En la línea 448, edite el valor del índice para que corresponda al mes de interés de la diapositiva anterior; En la línea 449, edite el nombre de la capa.

```
442 // Add layer to the map window calling the band name (i.e., month) of your choice. In this example we are calling
443 // element 278 which is associated with 2023-05-01 (i.e., May 2023).
444 Map.addLayer(byMonthBands.clip(AOI), {
445   min: -0.3,
446   max: 0.3,
447   palette: ['FF0000', '000000', '00FF00'],
448   bands: bandNames.get(278).getInfo(),
449   'NDVI anomaly 2023-05', false);
450
```

- Para los datos de FIRMS, edite las líneas 468 a 470 para filtrar el intervalo de fechas del análisis.

```
462 //=====
463 //                               FIRMS ACTIVE FIRE DATA
464 //*****
465
466 //Define a variable for the Fire Information for Resource Management System (FIRMS)
467 //image collection and select band T21 (The brightness temperature of a fire pixel using MODIS channels 21/22 in Kelvin)
468 var firms = ee.ImageCollection('FIRMS')
469   .select('T21')
470   .filterDate('2023-06-06', '2023-06-07');// Date set to active Quebec fire dates
471
```





Resumen

Resumen

- Hicimos una introducción a satélites y sensores de teledetección relevantes a las evaluaciones del riesgo de incendios
- Repasamos indicadores importantes para evaluar el riesgo de incendios y herramientas de teledetección para analizar incendios
- Elegimos datos de satélite apropiados para una cuenca hidrográfica de interés
- Presentamos ejemplos de criterios antes de un incendio para el riesgo de incendios en cuencas hidrográficas
- Usamos GEE para demostrar cómo delinear cuencas y subcuencas fluviales para una cuenca hidrográfica de interés
- Usamos GEE para calcular anomalías en condiciones biofísicas y meteorológicas para una cuenca hidrográfica de interés



Mirando Hacia la 2^{da} Parte

La 2^{da} Parte se centrará en:

- Familiarizarse con cómo ejecutar el modelo “Soil and Water Assessment Tool” (SWAT) al ingerir datos de teledetección para predecir el impacto en los sedimentos después de un incendio en una cuenca hidrográfica.



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Habrá una tarea asignada
- Abre el 13 de julio de 2023
- Acceso desde la [página web de la capacitación](#)
- Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google
- **Fecha límite: 27 de julio 2023**
- La 1^{ra} y 3^{ra} Partes incluirán ejercicios prácticos para evaluar el riesgo antes de un incendio y el impacto después de un incendio en una cuenca hidrográfica usando Google Earth Engine. **Se le pedirá que cargue los resultados de estos ejercicios a una cuenta de Google Drive hasta el 27 de julio de 2023.**

- **Certificado de Finalización de Curso:**

- Asista a las tres sesiones en vivo (la asistencia se registra automáticamente)
- Complete la tarea dentro del plazo estipulado
- Recibirá un certificado por correo electrónico aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso.



Datos de Contacto

Formadores:

- Amita Mehta
 - Amita.v.mehta@nasa.gov
- Sean McCartney
 - Sean.mccartney@nasa.gov

- [Página web de ARSET](#)
- ¡Síguenos en Twitter!
 - [@NASAARSET](#)
- [ARSET YouTube](#)

Visite nuestros Programas Hermanos:

- [DEVELOP](#)
- [SERVIR](#)



Preguntas y Respuestas

- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions”
- Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión de Preguntas y Respuestas
- Todas las demás preguntas se responderán en el documento de Preguntas y Respuestas (Q&A), el que se publicará en la página web de la capacitación aproximadamente una semana después de la misma.





¡Gracias!

