

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

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

Britnay Beaudry (BAERI/NASA Ames), Sativa Cruz (BAERI/NASA Ames),
Amber Jean McCullum (BAERI/NASA Ames) & Juan Torrez-Perez (BAERI/NASA Ames)

13 de julio de 2023





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 así 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 tanto superficiales como 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

1ª Parte

Observaciones de Satélite y Herramientas para el Riesgo de Incendios

6 de julio de 2023

11:00 - 12:30 UTC-4

o 15:00 - 16:30 UTC-4

2da 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

11 de julio de 2023

11:00 - 12:30 UTC-4

o 15:00 - 16:30 UTC-4

3ª Parte

Uso de Google Earth Engine para Monitorear los Impactos Después de un Incendio

13 de julio de 2023

11:00 - 12:30 UTC-4

o 15:00 - 16:30 UTC-4

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.





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

**3^{ra} Parte: Uso de Google Earth Engine para Monitorear los
Impactos Después de un Incendio**

3ra Parte – Formadores

Britnay Beaudry

Instructora
Conservación
Ecológica



Sativa Cruz

Instructora
Conservación
Ecológica



**Amber Jean
McCullum**

Jefa de Equipo-
Conservación
Ecológica



Juan Torrez-Perez

Instructor
Conservación
Ecológica



3^{ra} Parte - Objetivos

Al final de la 3^{ra} Parte, las/los participantes tendrán la capacidad para:

- Identificar conjuntos de datos de extensión urbana y población
- Adquirir un mapa global de cobertura terrestre y conjuntos de datos útiles para evaluar el impacto de los incendios en las comunidades
- Evaluar la severidad de quemaduras después de un incendio en una cuenca hidrográfica de interés



Fuente: [NASA](#)



Estudio de Caso: El Incendio de Woolsey

- ~100.000 acres (40.000 ha) quemadas
- Áreas de parques estatales y nacionales fueron afectadas (el 88% del área del parque federal se quemó) y permanecieron cerradas durante meses
- Más de 250.000 personas fueron evacuadas de manera exitosa
- Se gastaron aproximadamente US\$52 millones solo en la supresión del incendio



[9 de noviembre de 2018 Fuente: Servicio Forestal del USDA](#)



Lo Que Aprendimos en la 1^{ra} Parte

1^{ra} Parte: Realizamos una evaluación del riesgo antes de un incendio para el incendio de Woolsey usando GEE y:

- Dimos ejemplos de criterios de la ciencia del fuego para condiciones de sequía en una cuenca determinada antes de un incendio para seleccionar los datos apropiados de satélites/instrumentos para una cuenca de interés.
- Demostramos cómo delinear cuencas y subcuencas fluviales para una cuenca de interés
- Calculamos anomalías en las condiciones biofísicas y meteorológicas para una cuenca de interés

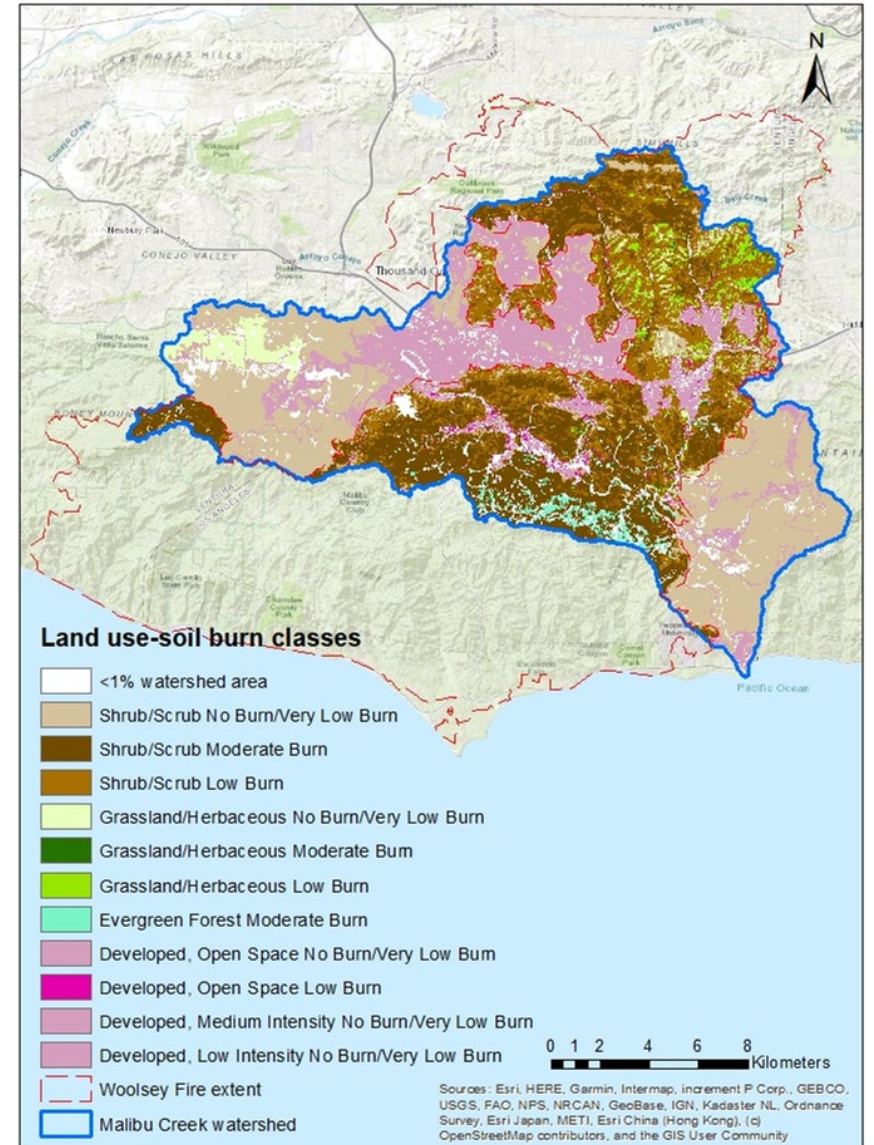
NDVI anomalies and Woolsey Fire



Lo Que Aprendimos en la 2^{da} Parte

2^{da} Parte: Demostramos un modelo a escala de cuenca de un río usando la herramienta Soil and Water Assessment Tool (SWAT) y aprendimos cómo:

- Identificar los componentes del modelo con base física necesarios para ejecutar un modelo SWAT para predecir el impacto de la gestión en el agua y los sedimentos en una cuenca
- Ingerir datos de teledetección de la Tierra en el modelo SWAT usando NASAaccess
- Reconocer las mejores prácticas utilizadas para realizar la calibración en SWAT



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.

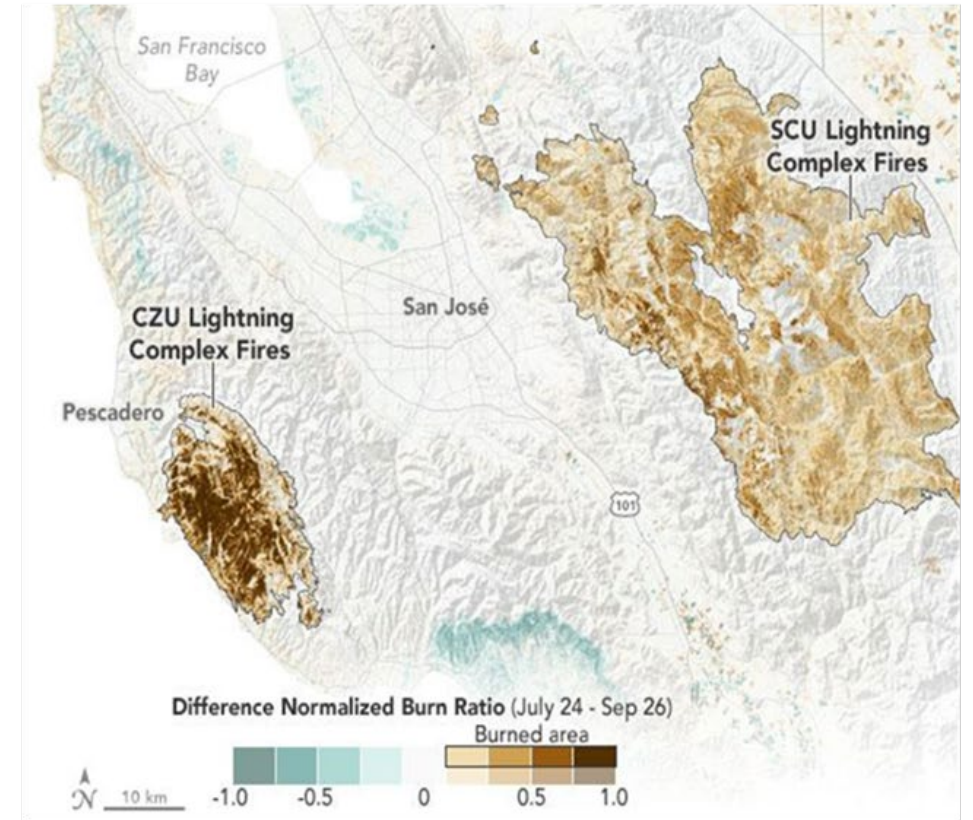
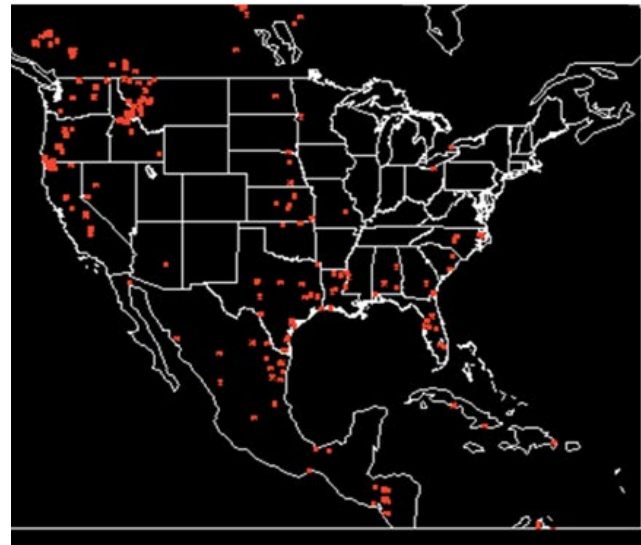




Mapeo de Área Quemada y Severidad de Quema

Monitoreo de Incendios Desde Satélites

- **Detección de**
 - Humo
 - Anomalías de Temperatura
 - Luz
- **Mapeo Después de un Incendio de**
 - Extensión
 - Severidad
- **Satélites/Sensores**
 - MODIS
 - VIIRS
 - GOES (NOAA)
 - Landsat
 - Sentinel-2 (ESA)
 - Sentinel-1 (ESA)



Smoke from Canadian wildfires from MODIS (top left), Fire detections from VIIRS (bottom left), Burn severity of the CZU and SCU Lightning Complex Fires in California (above). Image Credit: [NASA](#)



Impactos Después de un Incendio

- Los incendios son parte del entorno natural de los bosques, pastizales y tundras.
- Los incendios tienen impactos duraderos en las vidas humanas y la infraestructura circundantes.
- Algunos de los impactos principales de los incendios en el medio ambiente son:
 - La liberación de dióxido de carbono y partículas de hollín en la atmósfera, así influenciando el clima
 - Cambios en la química del suelo y una disminución de la fertilidad
 - Destrucción de la vegetación ocasionando mayor escorrentía y erosión del suelo
 - Influye en el ciclado y flujo de nutrientes
 - Destrucción de ecosistemas y fauna silvestre

<http://www.geog.leeds.ac.uk/courses/level3/geog3320/studentwork/groupd/positiveandnegative.html>



Intensidad del Fuego

- La **cantidad de energía o calor liberada por unidad de tiempo o superficie**- comprende varios tipos de mediciones de la intensidad del fuego
- Byram (1959): “La tasa de liberación de energía o calor por unidad de tiempo, por unidad de longitud de la frente de un incendio, sin importar su profundidad.”
- La intensidad del incendio dicta la severidad de quema



LOW
INTENSITY



MODERATE
INTENSITY



HIGH
INTENSITY

Ejemplo de escala de intensidad del fuego.
Fuente de la Imagen: [NPS.gov](https://www.nps.gov), [NIFC.gov](https://www.nifc.gov), K. Crocker, D. A. DellaSala



Severidad de Quema

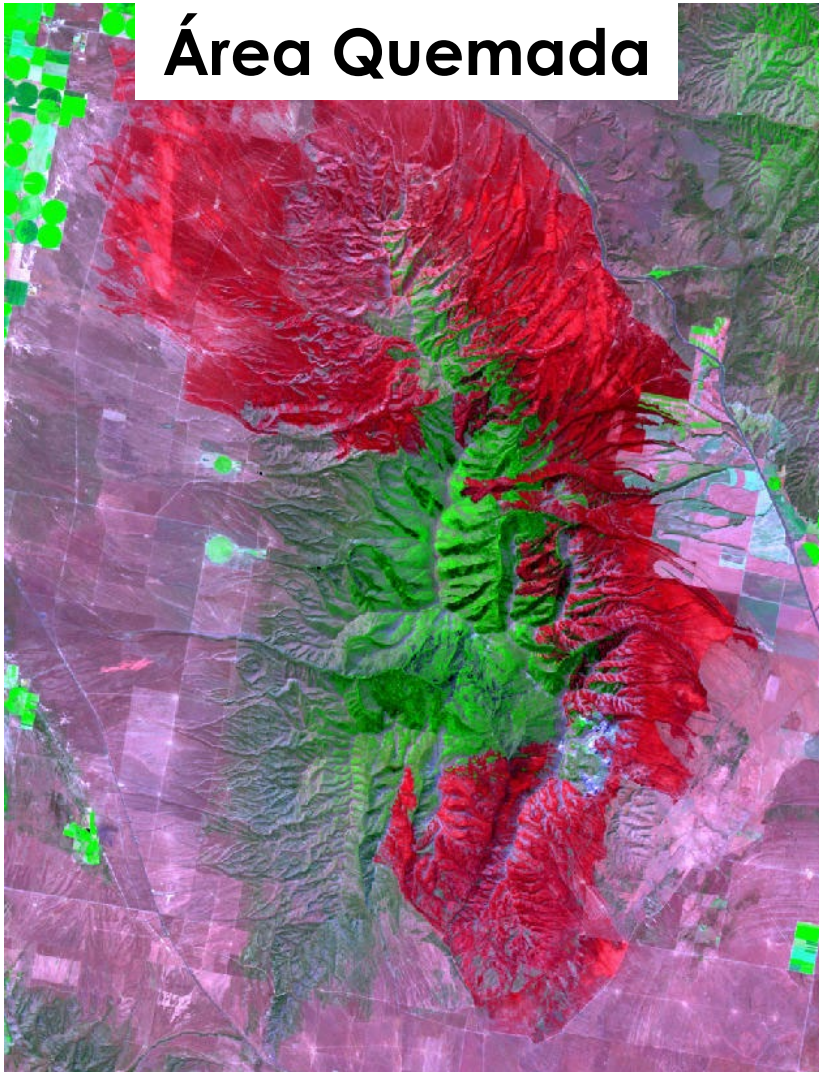
- El efecto de un incendio en las **propiedades del ecosistema**, a menudo definido por el grado de mortalidad de la vegetación.
- Grado en el que un sitio ha sido alterado o interrumpido por un incendio; en pocas palabras, un producto de la intensidad del fuego y el tiempo de residencia



Ejemplo de área quemada de alta severidad.
Fuente de la Imagen: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-243. 2010



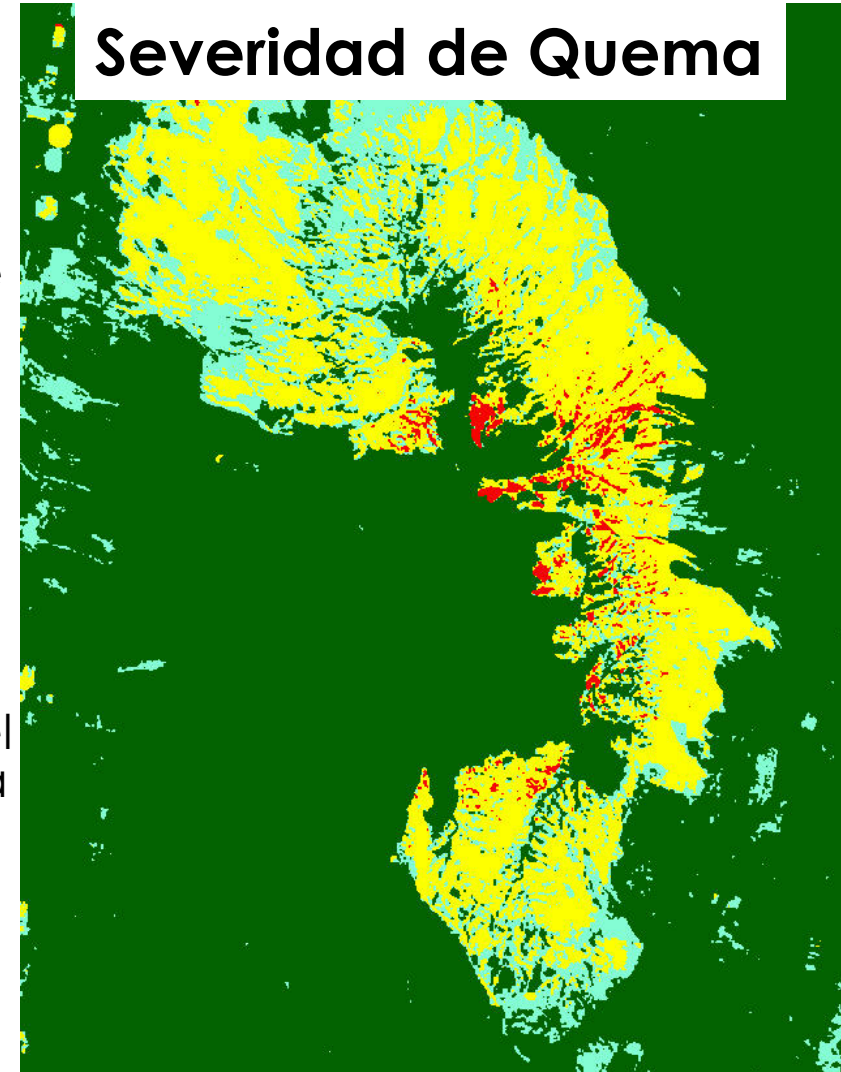
Perspectiva de la Teledetección: Área Quemada y Severidad de Quema



- El área quemada utiliza imágenes para evaluar la extensión de impactos sobre la vegetación para un incendio particular

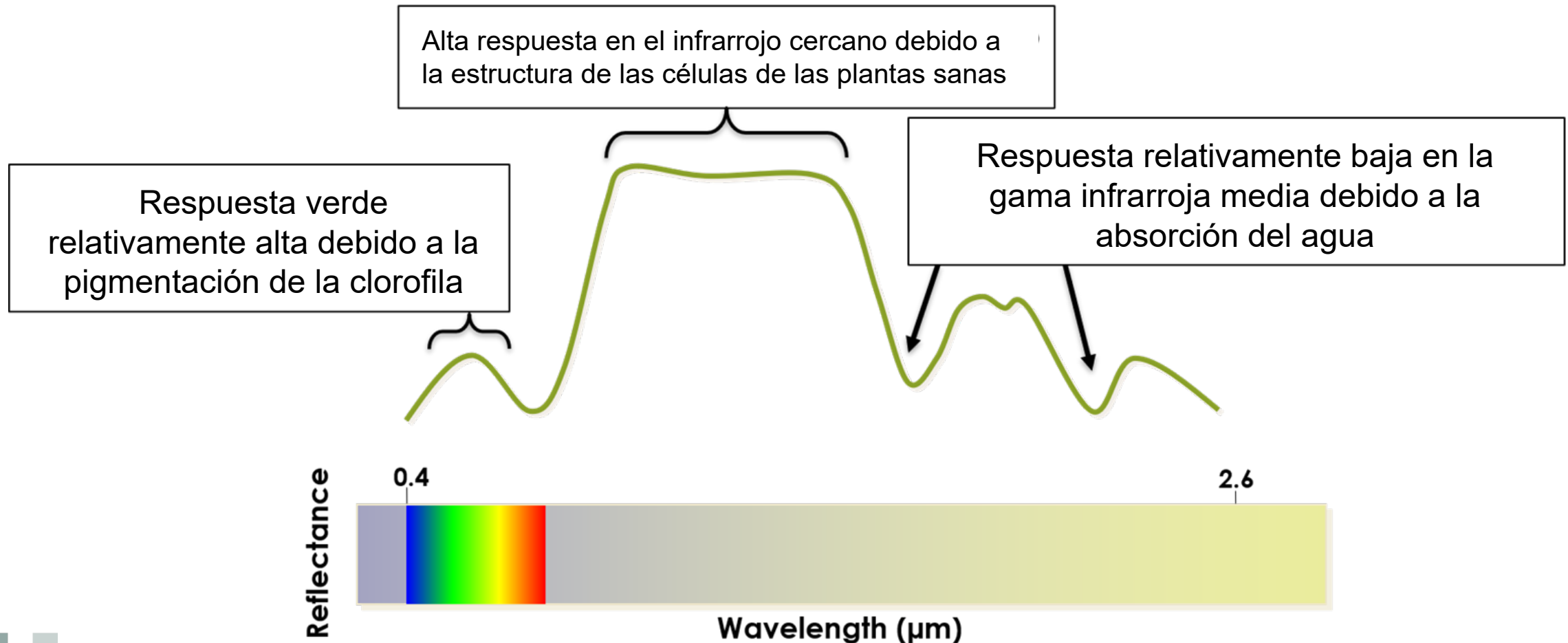


- La severidad de quema compara la información del área quemada con las imágenes pre-incendio para evaluar la magnitud relativa de los impactos de la quema.



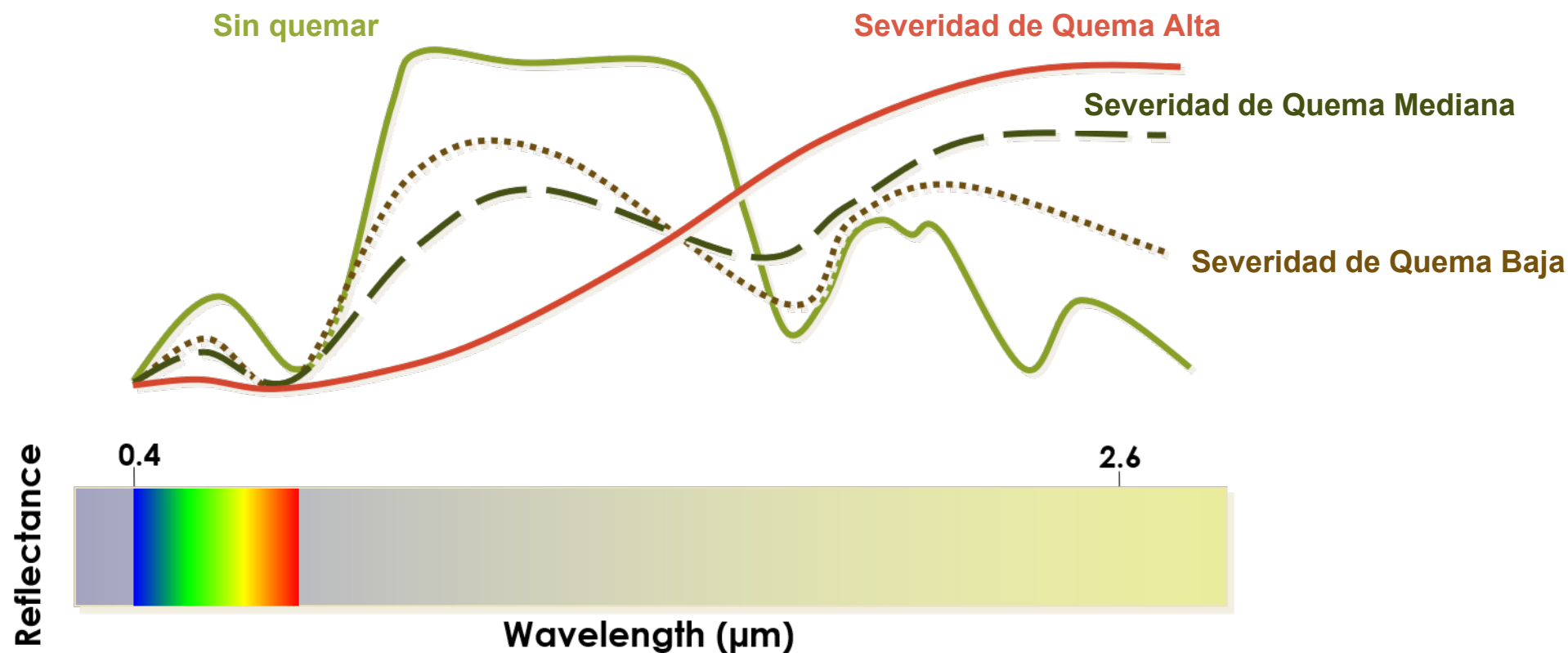
Respuesta Espectral de la Vegetación Típica

Curva de Respuesta de la Vegetación Típica de 0,4 a 2,6 μm



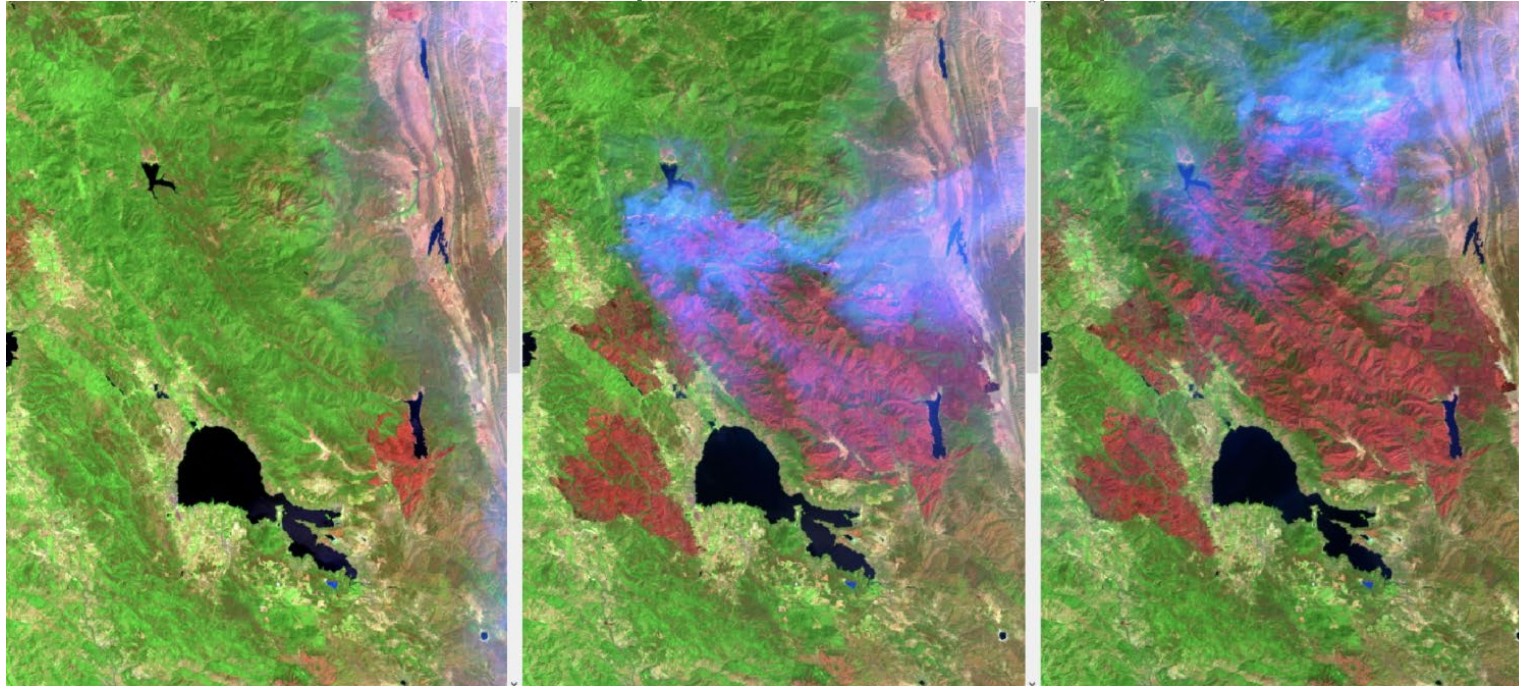
Vegetación Sana vs. Áreas Quemadas

Aprovechando las Curvas de Respuesta Espectral



Área Quemada: Relación de Quema Normalizada (Normalized Burn Ratio o NBR)

- Se utiliza para identificar áreas quemadas
- Compara escenas antes y después de un incendio para identificar la extensión y severidad de quema



26 de julio

11 de agosto

27 de agosto

Incendios Complejos de Mendocino, 2018

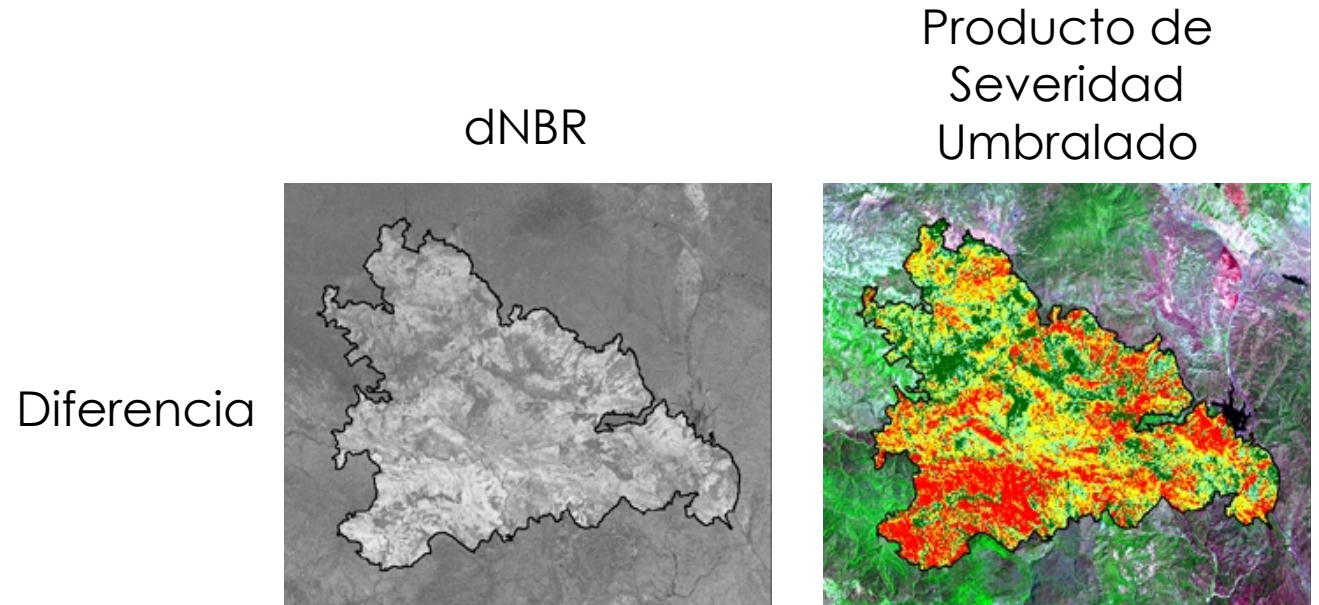
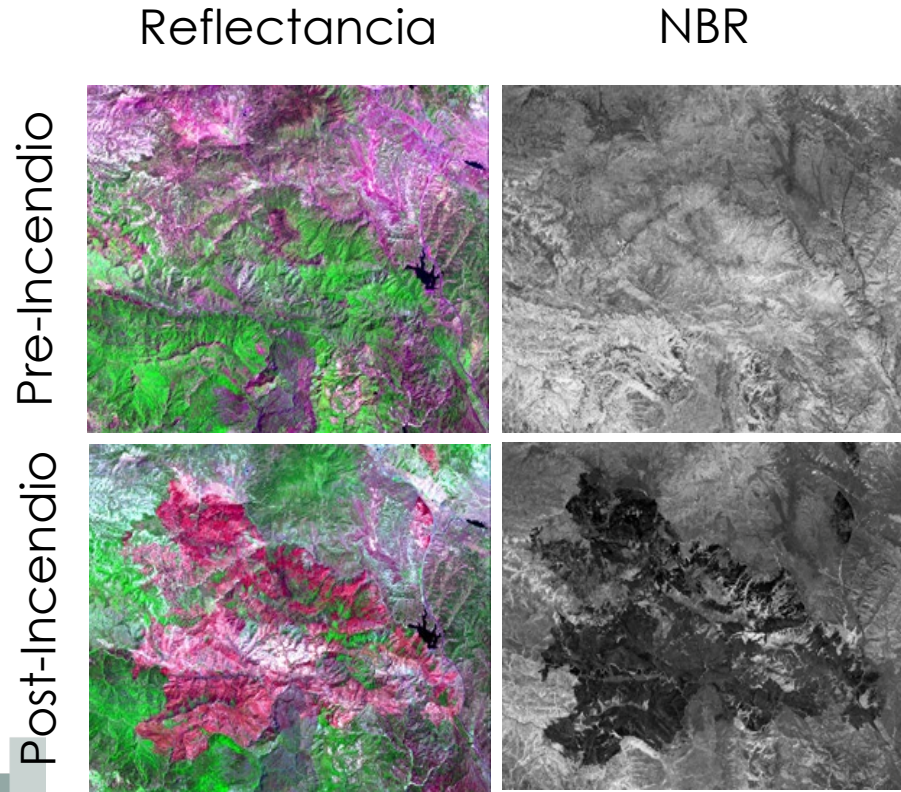
$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{NIR + SWIR}$$



Severidad de Quema: Relación de Quema Normalizada Diferenciada (Differenced Normalized Burn Ratio o dNBR)

- **Normalized Burn Ratio (NBR)**
- Establece la extensión del área quemada antes y después de un incendio

- **Differenced Normalized Burn Ratio (dNBR)**
- Proporciona una comparación de condiciones antes y después de un incendio para determinar la severidad
- $dNBR = NBR \text{ Pre-incendio} - NBR \text{ Post-Incendio}$





Google Earth Engine para el Monitoreo Después de un Incendio

Aplicaciones de GEE para Tierras

- Seguimiento a largo plazo de cambios en el paisaje y en el tipo de cobertura del suelo
- Cálculo de índices relevantes para la gestión de la tierra, como índices de diferencia normalizada para vegetación, agua, nieve, suelo y áreas urbanas
- Análisis de series temporales de paisajes y detección de cambios
- Resumen estadístico
- Métodos de evaluación de la validación y la precisión
- Visualización y presentación de resultados

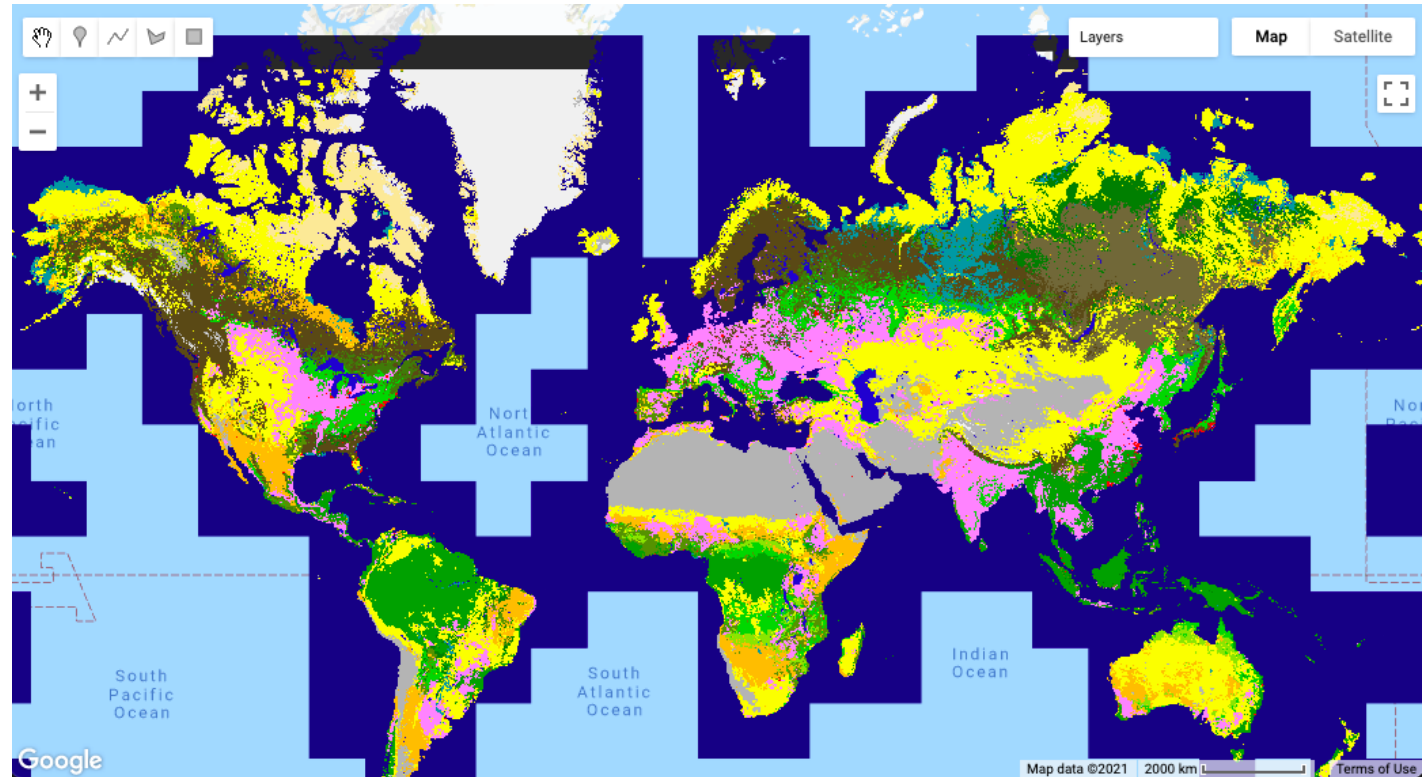


Serie temporal del MODIS NDVI visualizado usando Google Earth Engine. Fuente de la Imagen: [Google Earth Engine Developers](#)



Datos de Sensores Satelitales Disponibles en GEE: Productos de Cobertura Terrestre

- Hay una variedad de productos de datos de cobertura terrestre disponibles en GEE, incluso:
 - Capas de Copernicus Global Land Cover
 - MODIS Land Cover Type Anual Global 500m
 - Mapa Global PALSAR-2/PALSAR Forest/Non-Forest
 - USGS National Land Cover Database
- Catálogo de datos de GEE:
 - <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/tags/landcover>

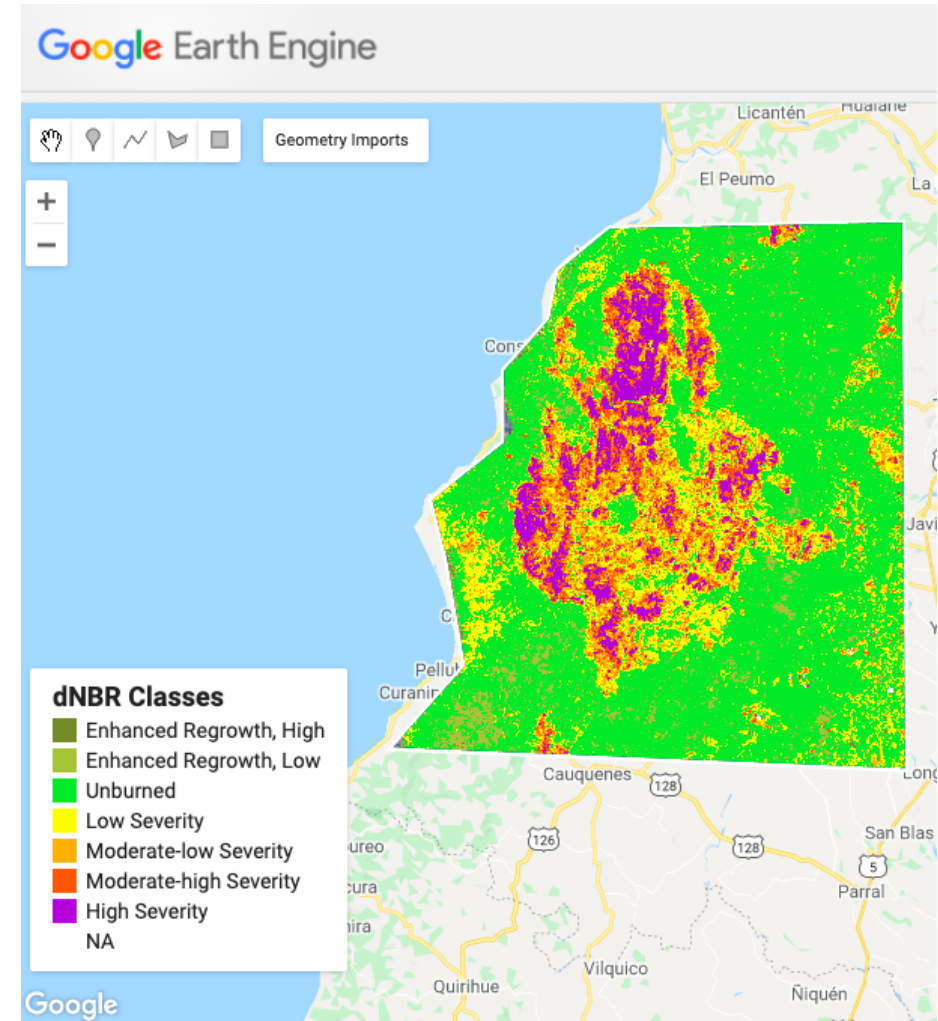


Capas de Copernicus Global Land Cover: Colección 3 de CGLS-LC100 collection 3 visualizada globalmente en GEE. Fuente: [Earth Engine Data Catalog](https://earthengine.datacatalog.org/)



Aplicaciones de GEE para la Gestión de Tierras: Severidad de Quema

- El mapeo de la severidad de quema completado en GEE manipula datos de Sentinel-2 o Landsat 8 precargados y utiliza la plataforma de GEE como medio de control de calidad y para filtrar datos.
- Se calculan la Relación de Quema Normalizada (Normalized Burn Ratio y NBR) y NBR diferenciada (dNBR).
- El umbralado califica la severidad de la quema de un incendio forestal para completar una evaluación completa de la severidad de la quema.
- Refiérase a esta guía paso a paso de la [Capacitación de Severidad de Quema en GEE de UN-SPIDER](#)



Ejemplo de mapeo de severidad de quema usando datos de Sentinel-2 en Empedrado, Chile en febrero de 2017. Este mapa se produjo usando UN-SPIDER Burn Severity con un script de GEE. Fuente: [UN-SPIDER](#)



Ventajas y Desventajas de GEE

Ventajas

- Permite el procesamiento de datos de sensores remotos directamente en los servidores de Google (computación en la nube)
- Gratis para uso no comercial
- Acceso e integración de muchos conjuntos de datos geoespaciales en múltiples escalas
 - Capacidad de monitorear fenómenos globales
- Funciones integradas para un procesamiento rápido
- Acceso flexible a través de API (Climate Engine fue construido de esta manera)

Desventajas

- Límites para el procesamiento y almacenamiento
 - Incapacidad de realizar “trabajos de lotes” sin costo
- Solo es gratis para usuarios no comerciales
- Las operaciones complejas pueden ser desafiantes
 - Marco de programación restringido
 - Las capas agregadas hacen que sea difícil determinar la fecha de píxeles específicos



Evaluación de Impactos Medioambientales, Sociales, Económicos



Fuente: [NASA](#)

Ejemplos de Impactos de Medibles

[\(Morton et.al, 2003\)](#)

- Acres totales quemadas
- Costo de extinción de incendios
- Daños a viviendas y estructuras.
- Alteración del hábitat de la vida silvestre
- Daños a las cuencas hidrográficas y al suministro de agua.
- Daños a instalaciones recreativas públicas.
- Evacuación de comunidades aledañas
- Impactos en el turismo
- Daños a los recursos madereros
- Destrucción de sitios culturales y arqueológicos
- Costos de rehabilitación y restauración
- Impactos en la salud pública
- Impactos en el transporte

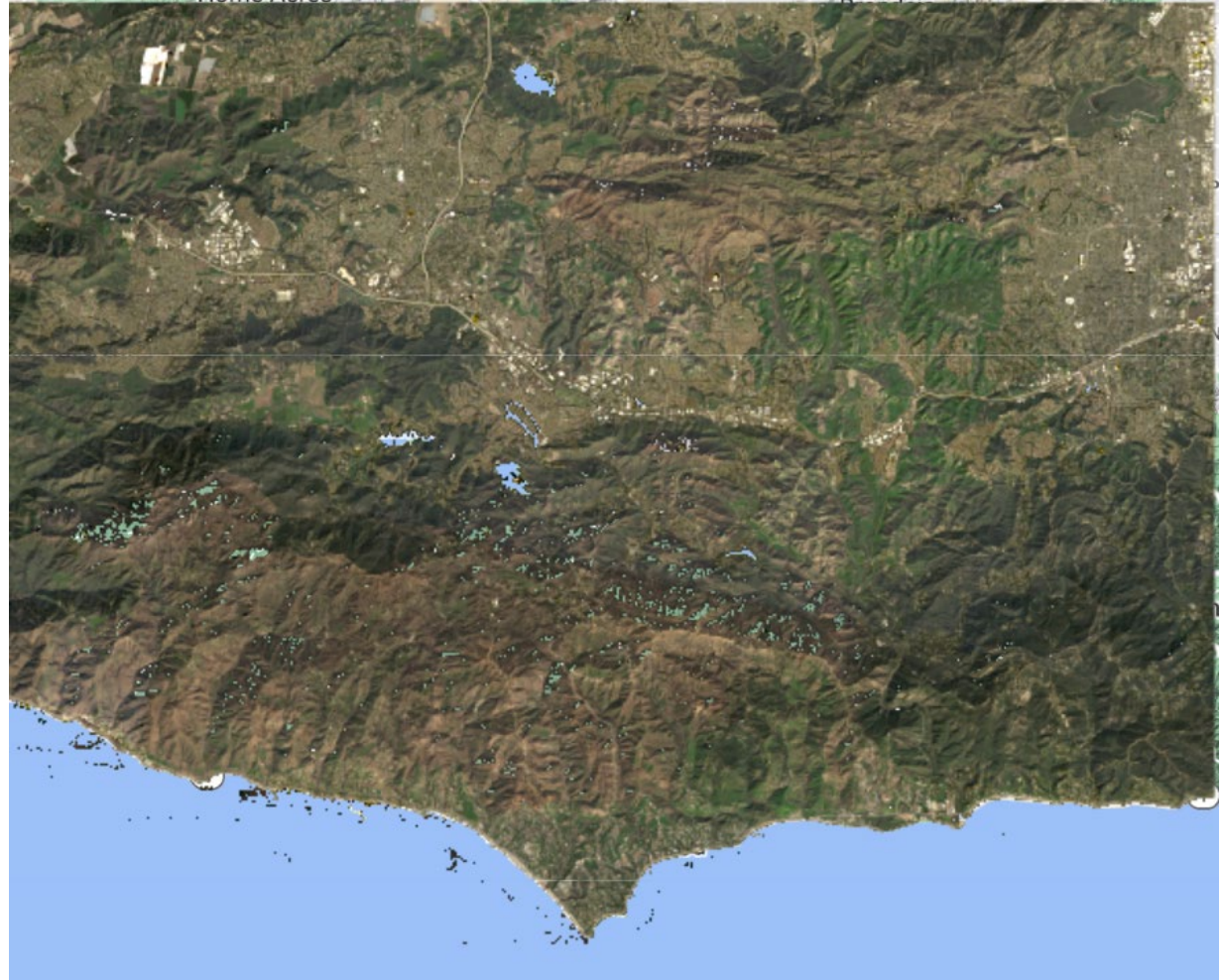




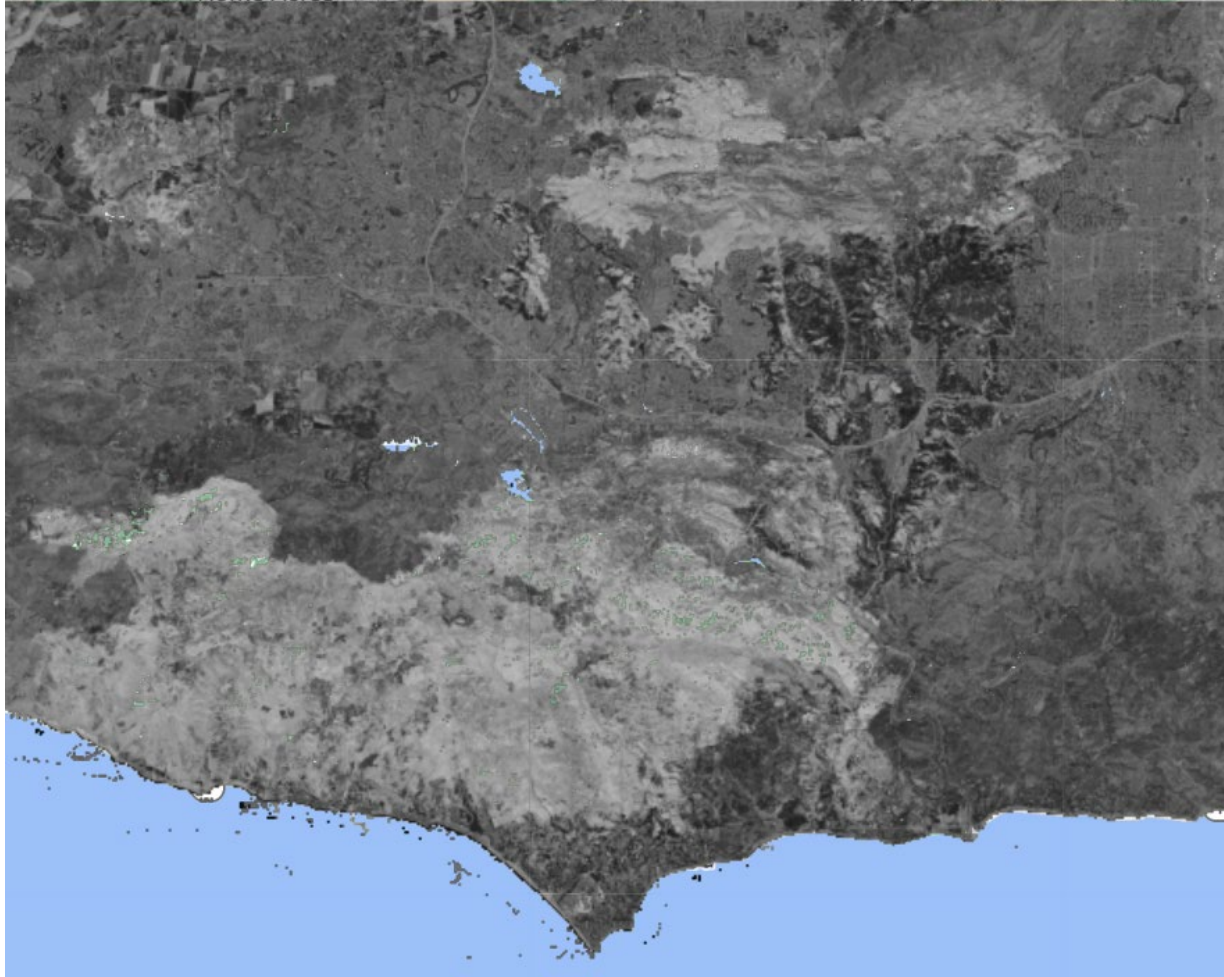
Análisis de Estudio de Caso de Google Earth Engine

Incendio de Woolsey

- [Datos Landsat 8 Level 2 Collection 2 Tier 1](#)
 - Con mascara de nubes
 - Factor de escala corregido de USGS
 - Cobertura Global
 - Resolución de 30m
 - Datos disponibles de marzo de 2013 hasta la actualidad
 - Fechas antes del incendio: 5 nov 2017 - 2018
 - Fechas después del incendio: 22 nov 2018 – 28 feb 2019



Relación de Quema Normalizada (Normalized Burn Ratio o NBR)



$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)^*}{NIR + SWIR}$$

- Está derivada de datos de Landsat 8
 - Resolución de 30m
 - Fechas antes y después del incendio
- Tonos más oscuros indican vegetación sana mientras que tonos más claros indican suelo desnudo y áreas recientemente quemadas.

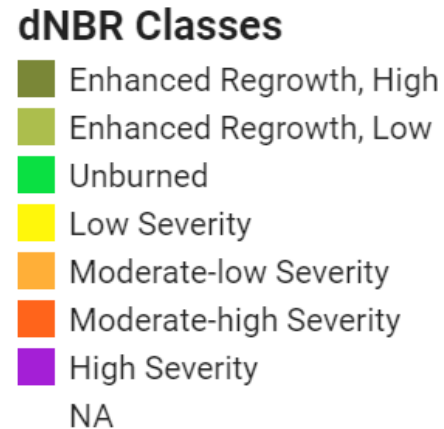
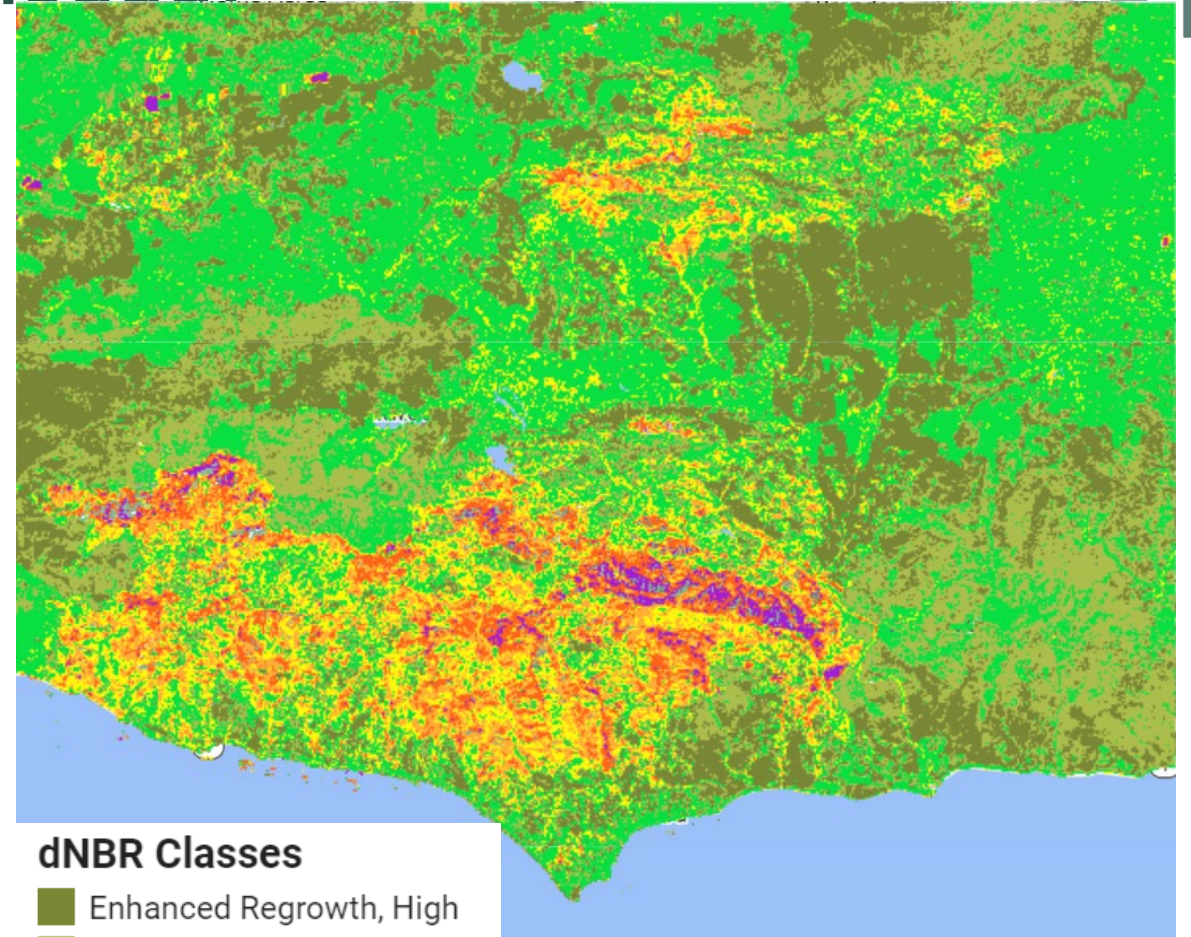
*NIR: near infrared = infrarrojo cercano

SWIR: short wave infrared = infrarrojo onda corta

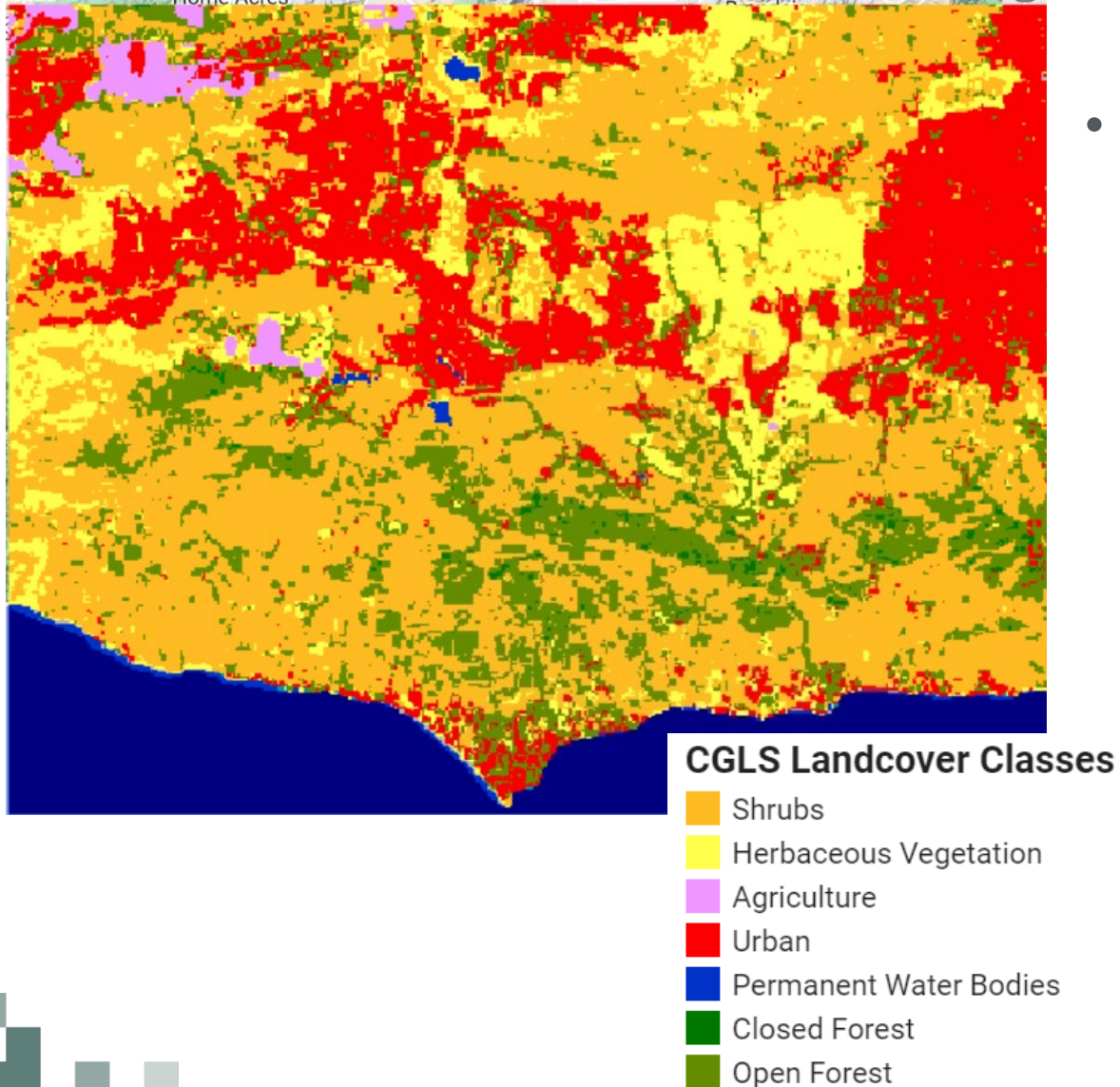


Severidad de Quema (dNBR clasificada)

- Los umbrales de severidad de quema están basadas en las clasificaciones propuestas por el Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) de [Keeley, J. E. \(2009\)](#).
 - Es una dNBR clasificada
 - $dNBR = NBR \text{ antes} - NBR \text{ después del incendio}$
 - Resolución de 30m Resolution (de datos de Landsat 8)



Cobertura Terrestre



- [Copernicus Global Land Service \(CGLS\)](#)
 - Los datos se calculan anualmente.
 - La disponibilidad actual de datos es de 2015 a 2019, pero se anticipa que los datos de 2020 hasta la actualidad se publiquen pronto.
 - Usamos datos de 2018 para esta capacitación.
 - 23 clasificaciones de cobertura terrestre, pero nuestra área de estudio solo usó 7.
 - Cobertura Global
 - Resolución de 100m

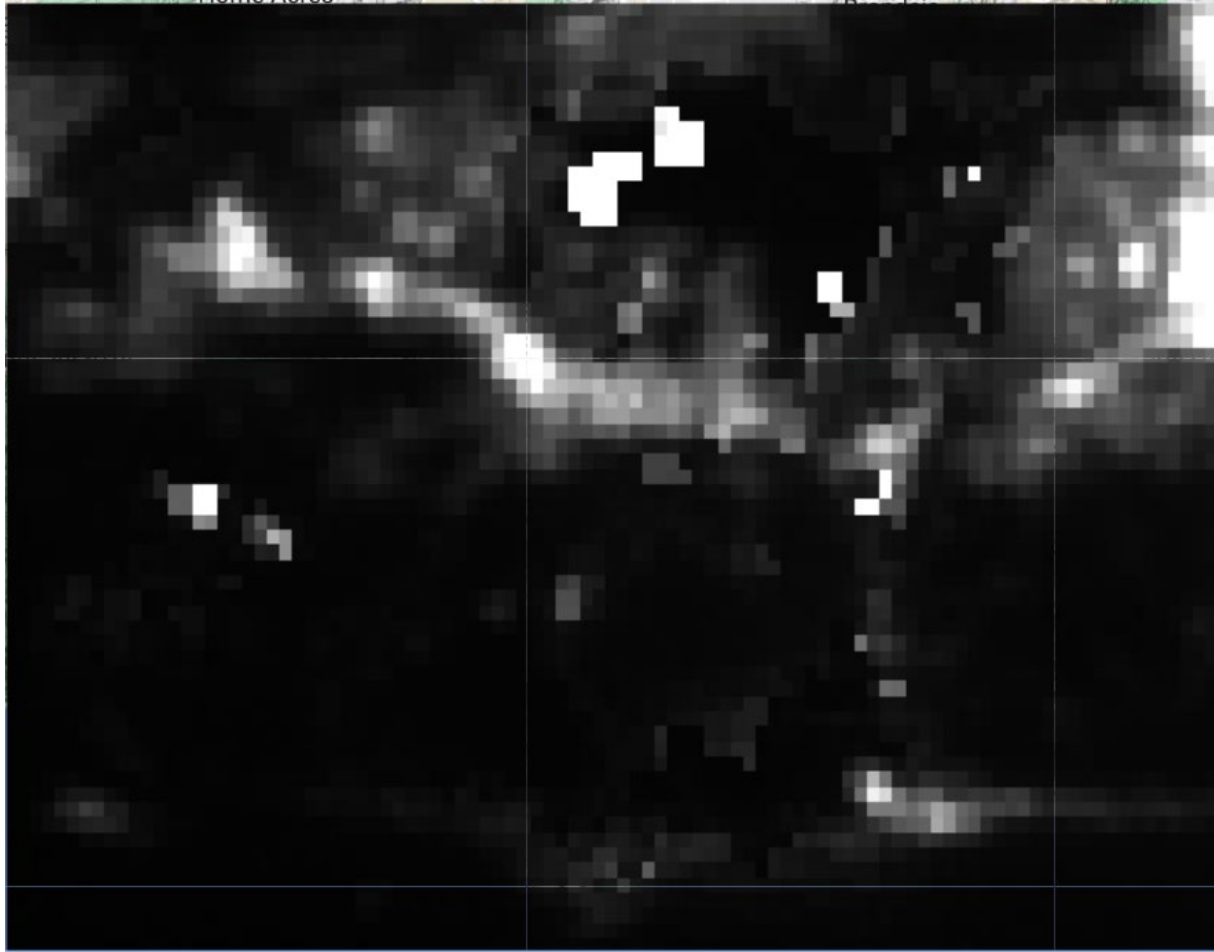


Densidad Poblacional

- [La Capa Global de Asentamientos Humanos \(The Global Human Settlement Layer o GHSL\)](#)
 - Distribución y densidad de la población, expresadas como el número de personas por celda para las épocas de referencia: 1975, 1990, 2000, 2015
 - Se usaron datos de 2015 para esta capacitación.
 - Cobertura Global
 - Resolución de 250m



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band (DNB) – Banda Diurna/Nocturna de VIIRS

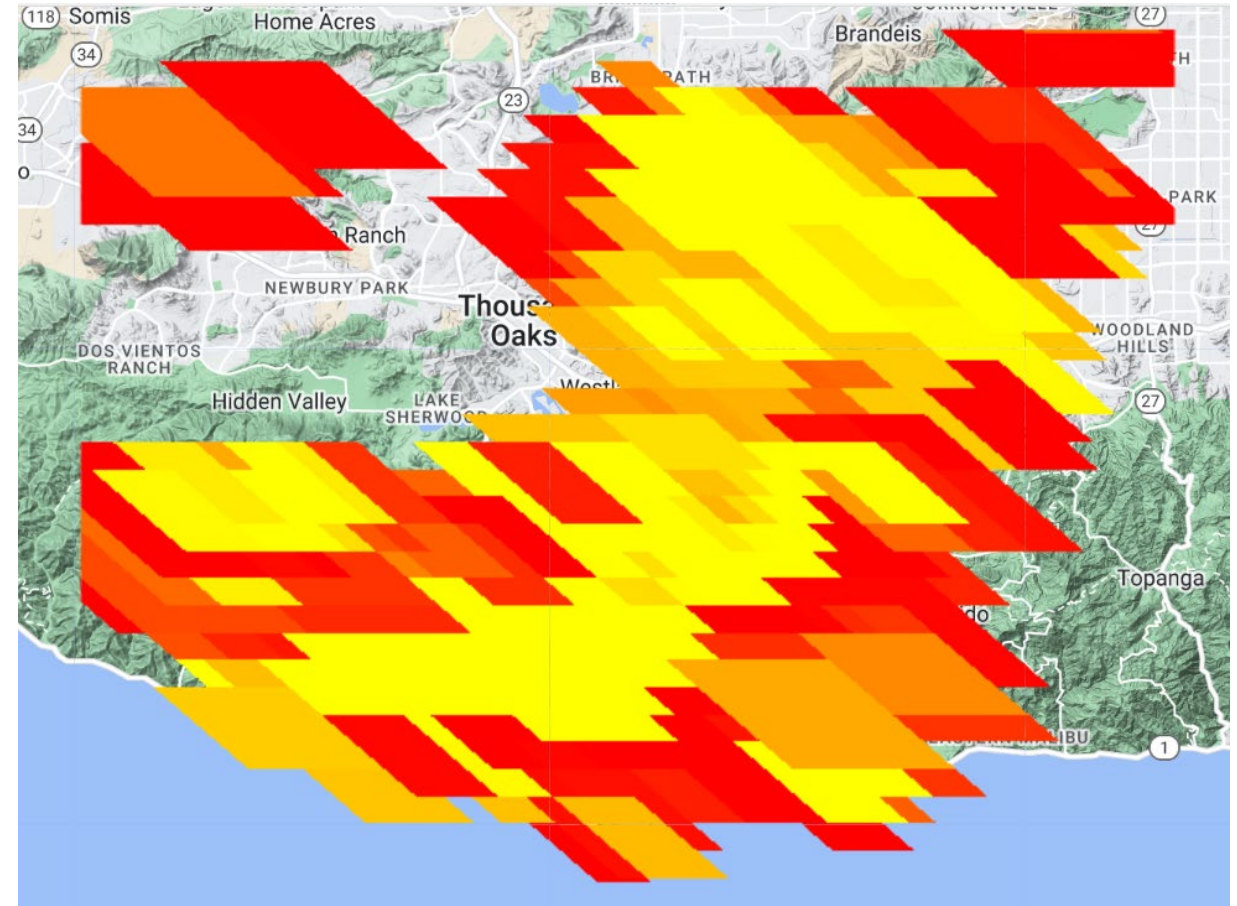


- [Visible Infrared Imaging Radiometer Suite \(VIIRS\) Day/Night Band \(DNB\)](#)
 - Imágenes compuestas de radiancia promedio usando datos nocturnos
 - Se juntan los datos compuestos cada mes.
 - Monitoreamos antes (octubre 2018), durante (noviembre 2018) y después (diciembre 2018) del incendio en esta capacitación.
 - La resolución es de 463,83 metros.
 - Datos disponibles de abril 2012 – hasta la actualidad.
 - Cobertura Global



FIRMS: Fire Information for Resource Management System*

- Fire Information for Resource Management System (FIRMS)
 - The LANCE fire detection product as a raster
 - Datos disponibles de nov. 2000 hasta hoy.
 - Cobertura Global
 - Resolución: 1000 metros (1 km)



*Sistema de Información de Incendios para la Gestión de Recursos



El Incendio de Woolsey en GEE

Para este ejercicio, vamos a:

1. Definir el área de estudio, aplicar el factor de escala y los datos de máscara de nubes antes y después del incendio
2. Calcular la relación de quema normalizada (NBR) para las imágenes antes y después del incendio
3. Calcular la NBR diferenciada (dNBR) para las imágenes antes y después del incendio
4. Clasificar la severidad de quema, agregar una leyenda e identificar las áreas quemadas
5. Agregar datos de cobertura terrestre y calcular hectáreas de área urbana quemadas
6. Cargar datos de población humana y estimar el número de personas afectadas
7. Visualizar datos nocturnos antes, durante y después del incendio
8. Visualizar los datos de FIRMS durante las fechas de incendios activos
9. Visualizar el NDVI antes y después del incendio

ENLACE AL CÓDIGO PARA EL INCENDIO DE WOOLSEY

<https://code.earthengine.google.com/b4cd79e42d18f9674b8370e4d3682bb4>



Hazard Mapping System* (HMS) de la NOAA

Implementado en 2003

Aborda las exigencias de los usuarios

Salidas incluyen:

- Detección de incendios activos
- Información de humo para períodos de 24 horas
- Observaciones de satélites polares y geoestacionarios en tiempo casi real

Publicado en la interfaz de mapeo de datos de HMS, con formatos amenos para sistemas de información gráfica



[NOAA Hazard Mapping System Fire and Smoke Product](#)

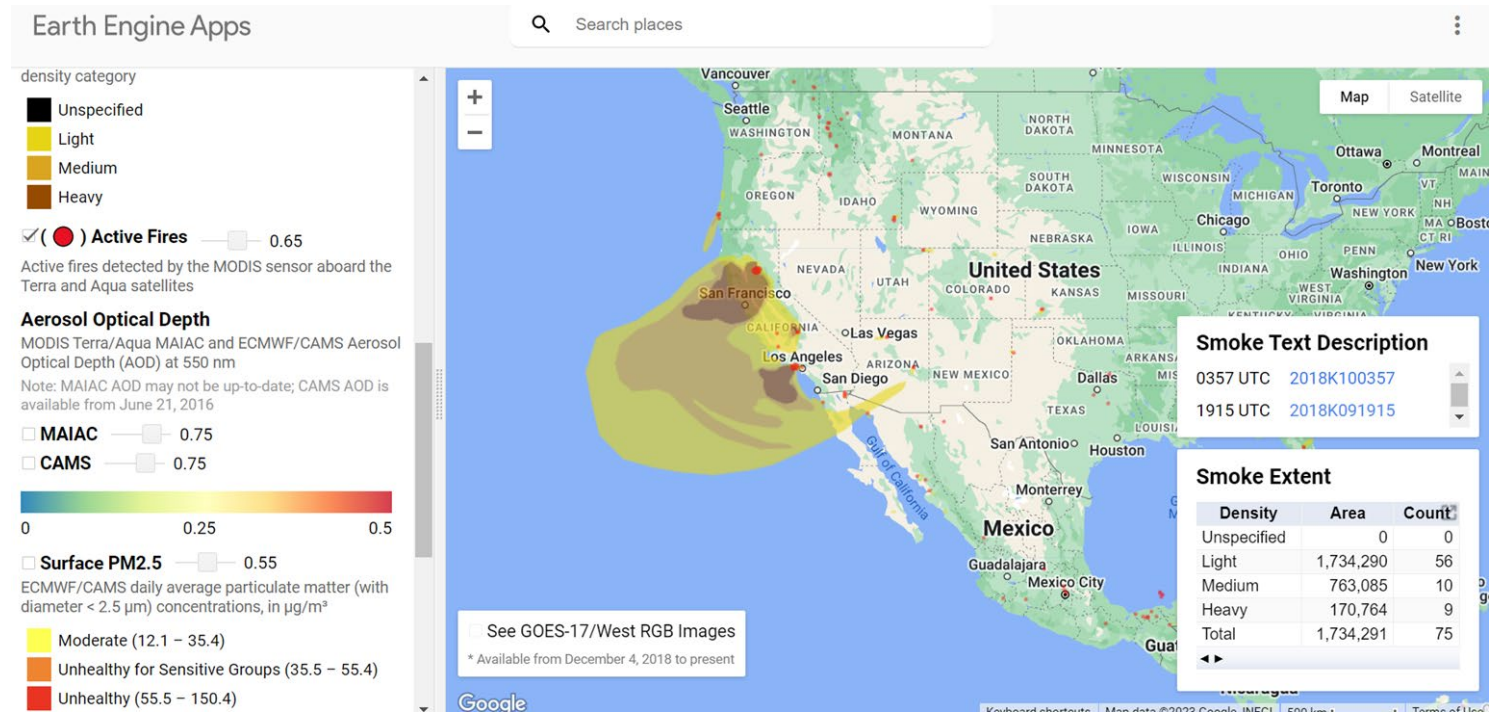
*Sistema de Mapeo de Peligros



HMS Smoke Explorer en Google Earth Engine

- Aplicación de Google Earth Engine
- Ajuste de parámetros para análisis improvisado
- Capas Disponibles Incluyen:
 - Active Fires
 - Aerosol Optical Depth
 - Surface PM2.5
- Produce una tabla de series temporales de columnas de humo ordenadas por año

[Más de 20 ciudades en California tienen calidad del aire dañina debido a los incendios forestales - CBS News](#)



[HMS Smoke Explorer](#)





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

Resumen de la 3^{ra} Parte

- Monitorear los cambios en la NBR y la dNBR puede ayudar a identificar la extensión y severidad de incendios forestales.
- Los datos de tipos de cobertura terrestre y población humana se pueden utilizar para estimar la población afectada por un peligro natural.
- Las fuentes de datos como la banda VIIRS Day-Night Band, FIRMS etc. Se pueden utilizar para profundizar el entendimiento sobre la extensión de un incendio y la población afectada dentro de un área de estudio.



Resumen de la Capacitación

Hay una variedad de satélites, sensores, indicadores y conjuntos de datos de teledetección relevantes al entendimiento del peligro de incendios y los impactos después de un incendio.

GEE se puede utilizar para:

- Delinear cuencas y subcuencas de ríos para una cuenca hidrográfica de interés
- Calcular anomalías en las condiciones biofísicas y meteorológicas
- Mapear la severidad de quema y conjuntos de datos relevantes a los impactos después de un incendio en los paisajes y poblaciones

SWAT se puede utilizar para desarrollar un modelo a escala de cuenca hidrográfica y limitar de manera cuantitativa los incrementos en los parámetros de cantidad y calidad del agua.



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.



Reconocimientos

Presentadores Invitados

Ibrahim Mohammed (SAIC/NASA)

Mandy Lopez (NASA JPL)

Equipo de Agua y Desastres

Amita Mehta (NASA/UMBC/GESTAR II)

Sean McCartney (NASA/SSAI)

Erika Podest (NASA JPL/Caltech)

Equipo de Conservación Ecológica

Amber Jean McCullum (BAERI/NASA ARC)

Juan Torrez-Pérez (NASA ARC)

Britnay Beaudry (BAERI/NASA ARC)

Sativa Cruz (BAERI/NASA ARC)



Datos de Contacto

Formadores:

- Britnay Beaudry
 - britnay.beaudry@nasa.gov
- Sativa Cruz
 - sativa.cruz@nasa.gov
- Amber McCullum
 - amberjean.mccullum@nasa.gov
- Juan Torres-Pérez
 - juan.l.torresperez@nasa.gov

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

Visite nuestros Programas Hermanos:



[DEVELOP](#)



[SERVIR](#)



Recursos

- <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/landsat>
- <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/sentinel-2>
- <https://www.mtbs.gov/>
- <https://www.ospo.noaa.gov/Products/land/hms.html#maps>
- [Fire Information for ReFuente Management System Web Map](#)
- https://gwis.jrc.ec.europa.eu/apps/gwis_current_situation/index.html





¡Gracias!

