

Introducción al Monitoreo y Gestión de Incendios Forestales Mediante Observaciones Satelitales y Herramientas de la NASA

Sesión 1: Introducción a la Detección de Incendios Forestales a través de Satélites con el uso de FIRMS

Brad Quayle (USDA USFS), Jenny Hewson (SSAI), Diane Davies (SSAI/Trigg-Davies Consulting Ltd.) y Melanie Follette-Cook (NASA GSFC)

9 de julio de 2025





El Programa ARSET

Acerca de ARSET*

- **ARSET ofrece capacitaciones sin costo sobre satélites, sensores, métodos y herramientas de teledetección.**
- Las capacitaciones se enfocan en el uso de datos satelitales para apoyar una variedad de aplicaciones y estan personalizadas para participantes con diferentes niveles de experiencia



AGRICULTURA



CLIMA Y RESILIENCIA



DESASTRES



CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

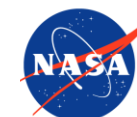


SALUD Y CALIDAD DEL AIRE



RECURSOS HÍDRICOS

*Siglas de **A**ppplied **R**emote **S**ensing **T**raining Program
(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada
en inglés)



EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



CAPACITY BUILDING



Acerca de las Capacitaciones de ARSET

- En línea o presenciales
- En vivo y dirigidas por un instructor, o asincrónicas y a ritmo autodidacta
- Sin ningún costo
- Opciones bilingües y multilingües
- Solo usan software y datos de fuente abierta
- Diseñadas para diferentes niveles de experiencia
- Visite la [página de ARSET](#) para aprender más.



EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



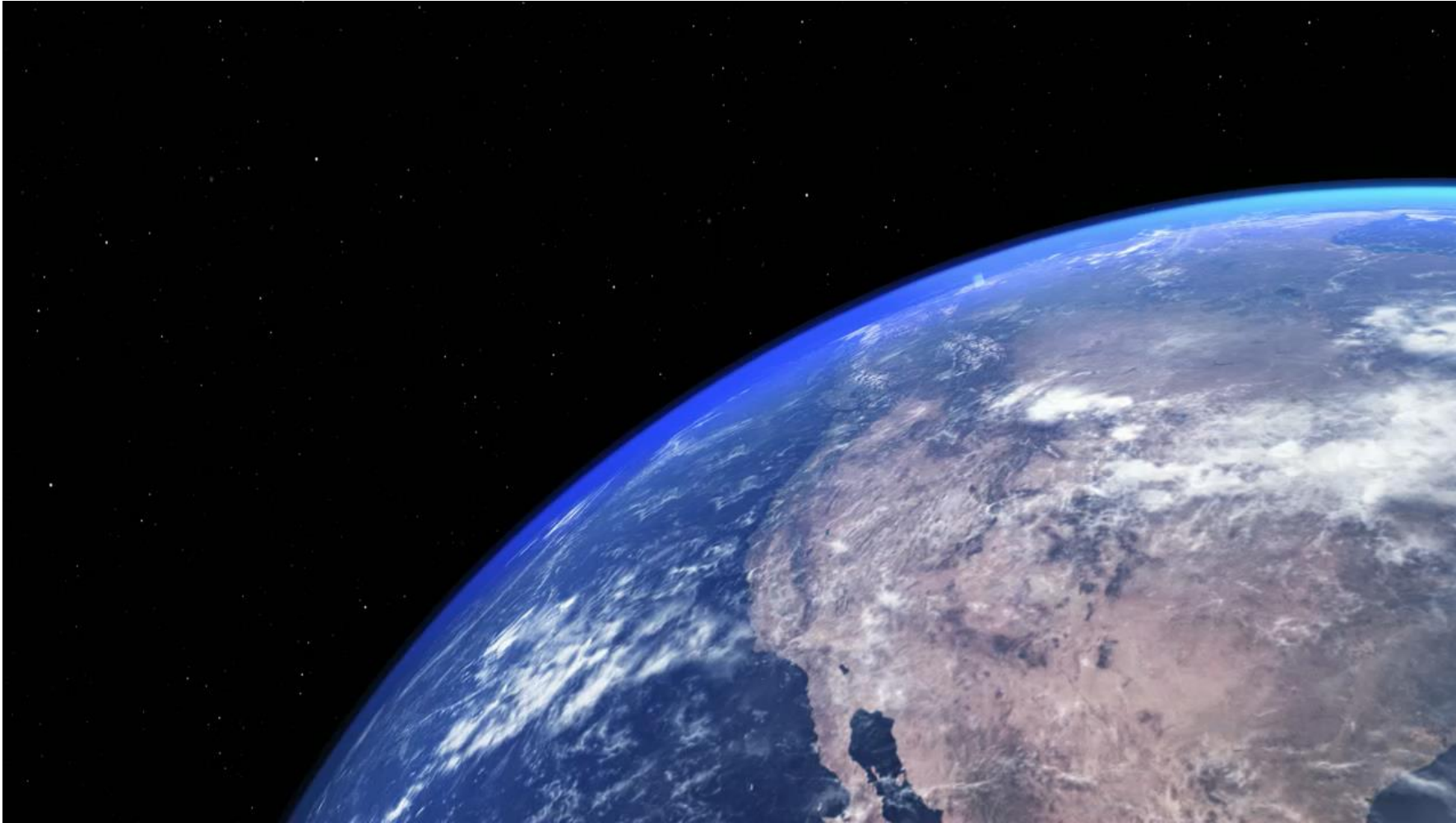
CAPACITY BUILDING





Introducción al Monitoreo y Gestión de Incendios Forestales
Mediante Observaciones Satelitales y Herramientas de la NASA
Resumen General

Observación de Incendios desde el Espacio



[Animación de Incendios Forestales](#)



Objetivos de Aprendizaje para esta Capacitación

Al final de esta capacitación, los participantes podrán:

- Evaluar diferentes fuentes de datos satelitales para la detección activa de incendios utilizando FIRMS para construir una narrativa sobre incendios forestales; comprender las fortalezas y limitaciones de cada fuente según los distintos tipos y tamaños de incendios.
- Aplicar los datos y herramientas de FIRMS para evaluar incendios forestales de rápido crecimiento, utilizando las herramientas disponibles en la plataforma.
- Aplicar estrategias con FIRMS para identificar factores que pueden afectar la detección satelital de incendios forestales, lo que podría resultar en un incendio "no detectado", y planificar cuándo es probable que los datos estén disponibles.
- Utilizar FIRMS para monitorear una zona de interés específica, accediendo a la base de datos de incendios activos, utilizando la funcionalidad de FIRMS para crear una alerta por correo electrónico para el área, e integrando las alertas en una plataforma SIG (GIS) para su evaluación.



Prerrequisitos

- [Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Introducción a la
Detección de
Incendios
Forestales a través
de Satélites Usando
FIRMS

9 de julio de 2025

Sesión 2

Monitoreo y
Evaluación de
Incendios Forestales

16 de julio de 2025

Sesión 3

Acceso y
Visualización de
Datos

23 de julio de 2025

Tarea

Abre el 23 de julio – **Fecha de entrega: 6 de agosto** – Publicada en la Página Web de la Capacitación

Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea dentro del plazo estipulado.





Introducción al Monitoreo y Gestión de Incendios Forestales
Mediante Observaciones Satelitales y Herramientas de la NASA
**Sesión 1: Introducción a la Detección de Incendios Forestales a
través de Satélites Usando el Fire Information for Resource
Management System (FIRMS)**

Sesión 1 – Instructores Invitados

Jenny Hewson

Gerente de Difusión e
Implementación de LANCE
SSAI



Brad Quayle

Programa de Servicios y
Evaluación de Disturbios
USDA USFS



Objetivos de la Sesión 1

Al final de la Sesión 1, los participantes podrán:

- Reconocer cómo se puede detectar incendios activos a través de sensores satelitales.
- Usar FIRMS para visualizar información sobre incendios activos.
- Identificar las fortalezas y limitaciones de los sensores satelitales polares y geoestacionarios para detectar distintos tipos y tamaños de incendios.



Cómo Hacer Preguntas

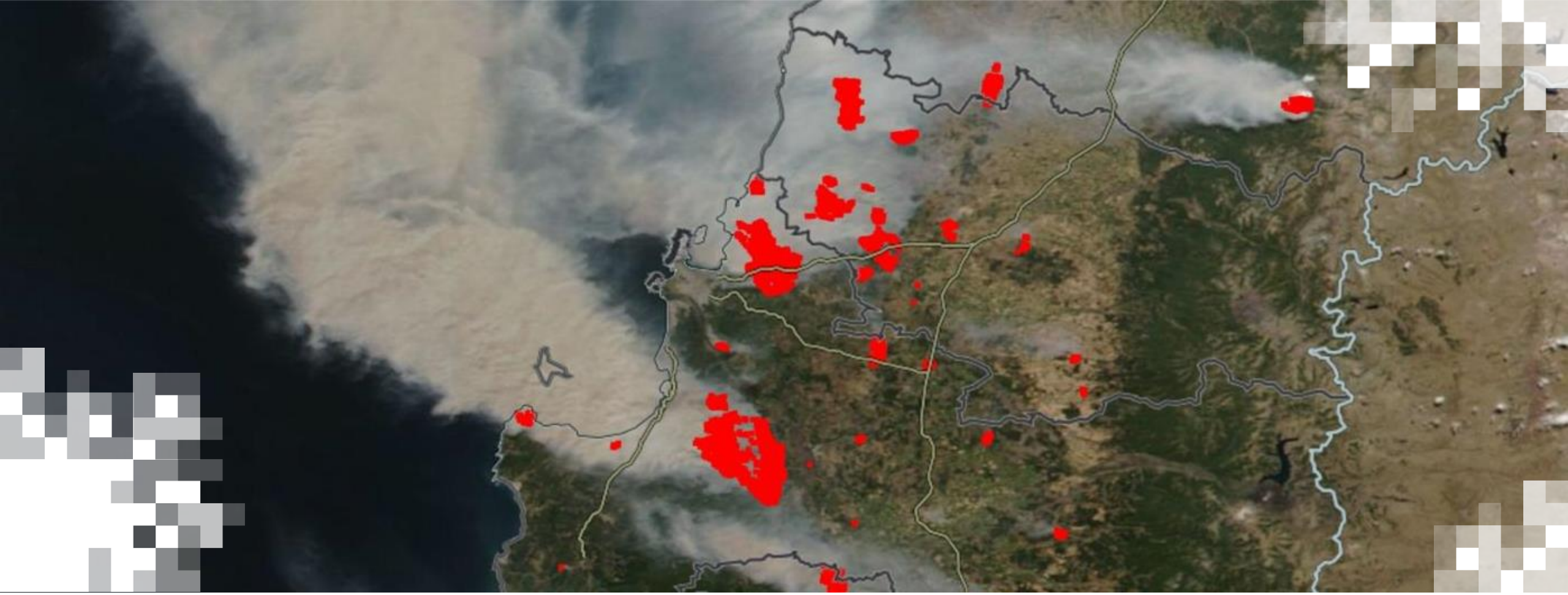
- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions” ubicada en los tres puntitos en la parte inferior derecha. Responderemos sus preguntas al final de la sesión.
- Puede escribir sus preguntas durante la sesión. Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión de preguntas y respuestas.
- Las preguntas que no podamos responder las contestaremos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página de esta capacitación en un par de días.



Esquema de la Sesión 1

- Introducción a FIRMS
- Detección de incendios con satélites
- Resumen general de los datos disponibles en FIRMS
- Fortalezas/limitaciones de diferentes datos para la detección de incendios activos a base de datos satelitales



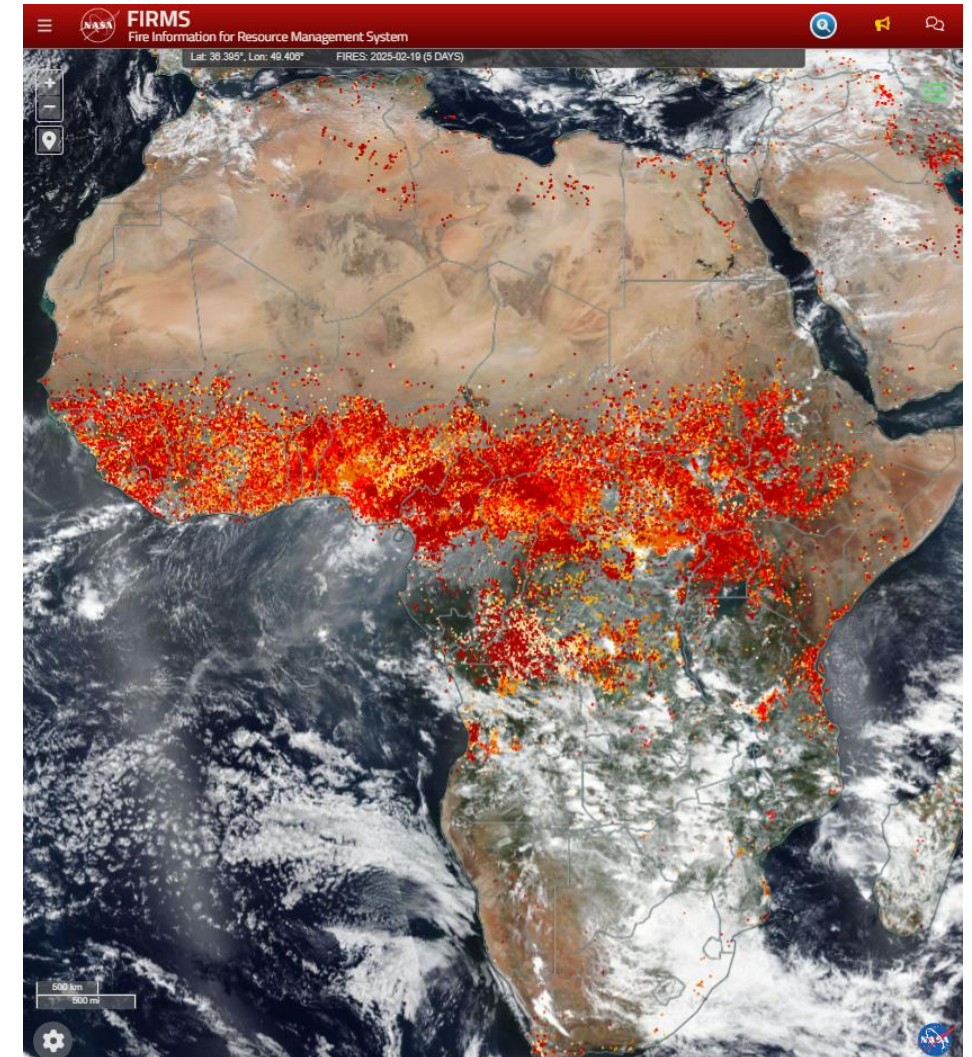


Introducción a FIRMS

Fire Information for Resource Management System* (FIRMS)

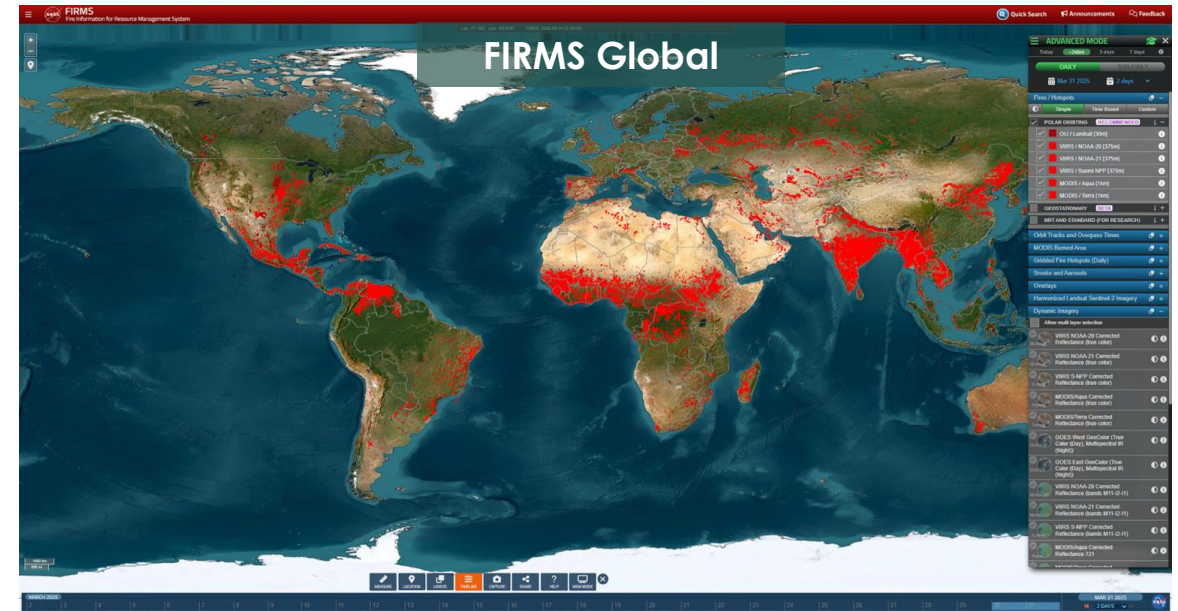
*Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos, en inglés

- Proporciona múltiples fuentes de productos derivados de incendios activos y de imágenes satelitales.
- Objetivos:
 - Acceso a imágenes satelitales globales con muy baja latencia, detección activa de incendios/puntos calientes y productos relacionados, provenientes de múltiples misiones satelitales.
 - Detectar y monitorear la ubicación, extensión e intensidad/severidad de incendios, sus efectos en el medio ambiente y apoyar la respuesta ante eventos.
 - Informar la toma de decisiones basada en la ciencia mediante interfaces y servicios estandarizados y de fácil interpretación para respaldar a usuarios operativos, investigadores y otros actores clave.



FIRMS Global

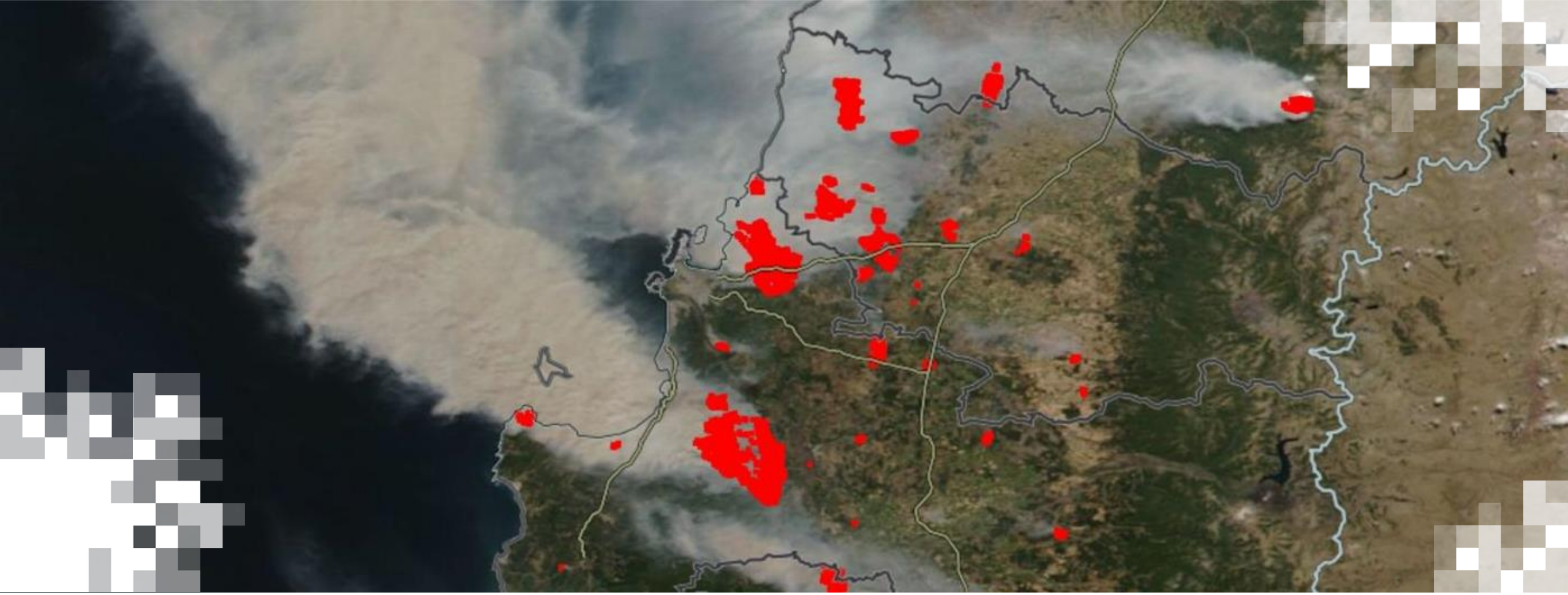
- [FIRMS- Página Web](#)
- Imágenes de baja latencia y productos para la detección de incendios activos para el mundo entero
- Desarrollado por la Universidad de Maryland a principios de los años 2000 y se usaron datos de MODIS
- Se realizó una transición al NASA Land, Atmosphere Near real-time Capability for Earth observation (LANCE) en 2012



FIRMS US/Canada

- [FIRMS US/Canada – Página Web](#)
- Imágenes y productos de baja latencia para la detección de incendios activos para EE.UU. y Canadá
- Desarrollado en colaboración con el Servicio Forestal del Dpto. de Agricultura de EE.UU.
- Extensión del Programa de Mapeo de Incendios Activos del Servicio Forestal desarrollado en el año 2001 que utilizó datos de MODIS y transmisiones/lecturas directas
- Integrado con FIRMS Global dentro de NASA LANCE en 2021

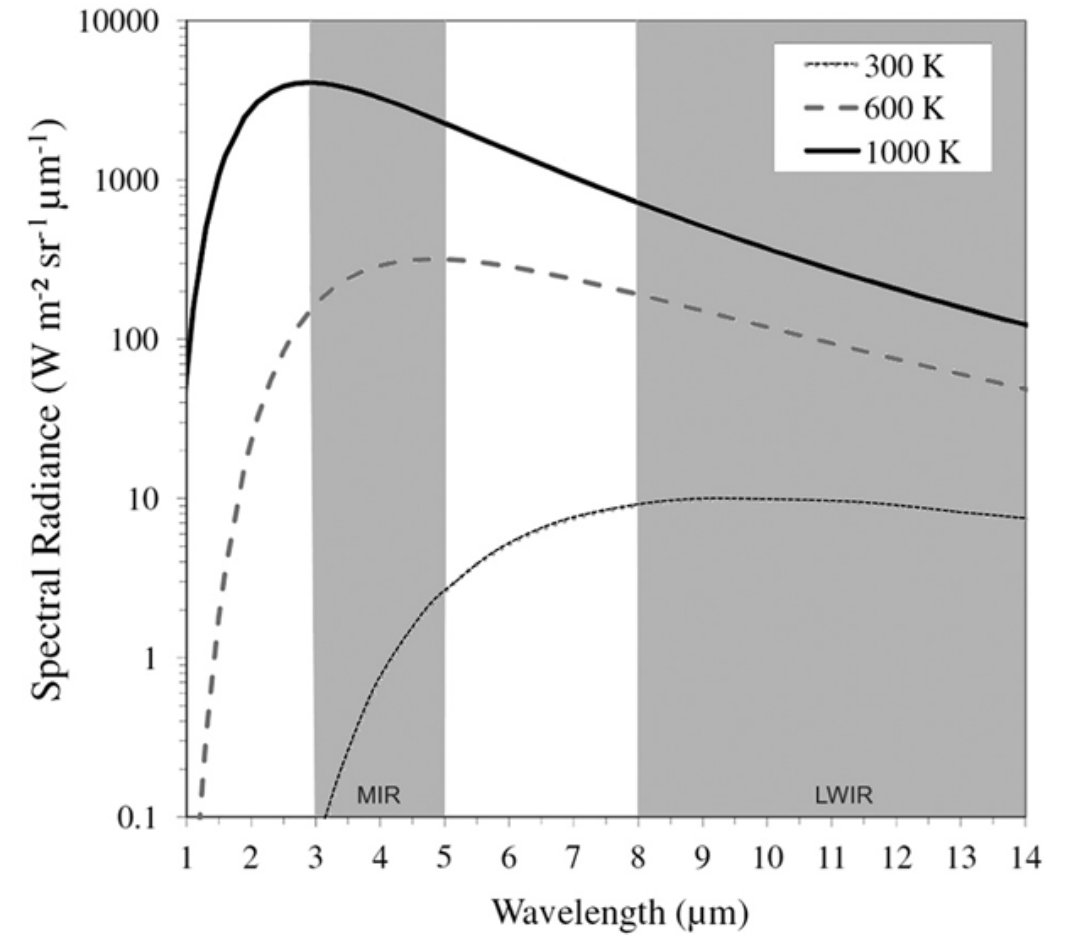




Detección de Incendios a base de Satélites

¿Cómo Hace un Satélite para Detectar un Incendio?

- Los satélites detectan incendios en el momento de observación o sobrevuelo.
- Se utilizan bandas reflectivas y emisivas específicas en el sensor satelital para detectar incendios.
 - Aprovechan la respuesta a los incendios de las bandas Infrarroja de Onda Mediana (MWIR) e Infrarroja de Onda Larga (LWIR)
 - Se utilizan otras bandas para enmascarar, rechazar falsos positivos etc.
- Temperaturas Típicas:
 - Superficie de la Tierra: ~300K
 - Incendios Humeantes (latentes): 600K to 800K
 - Incendios Ardiendo en Llamas: ~1000K y más

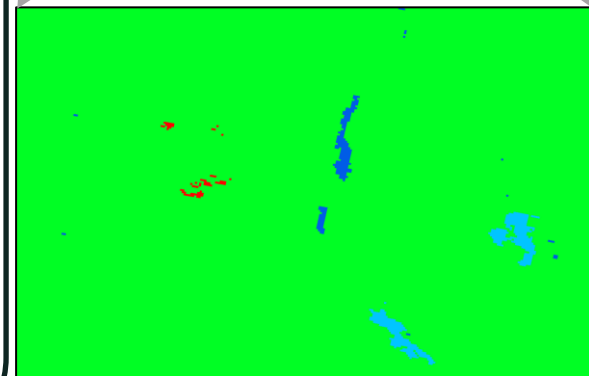
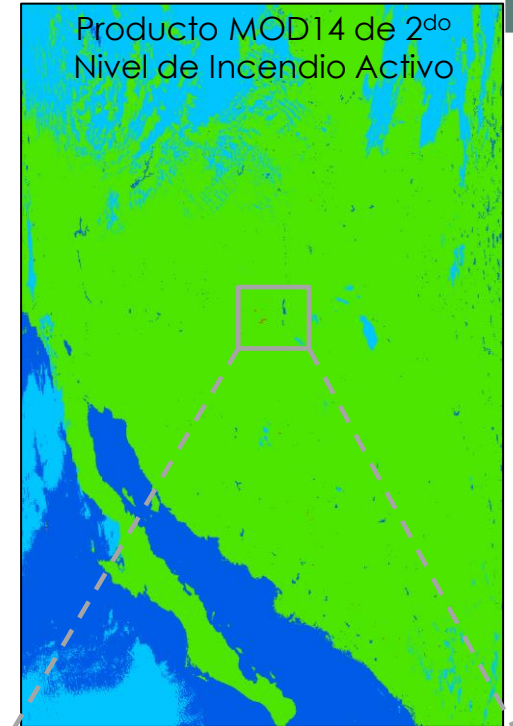
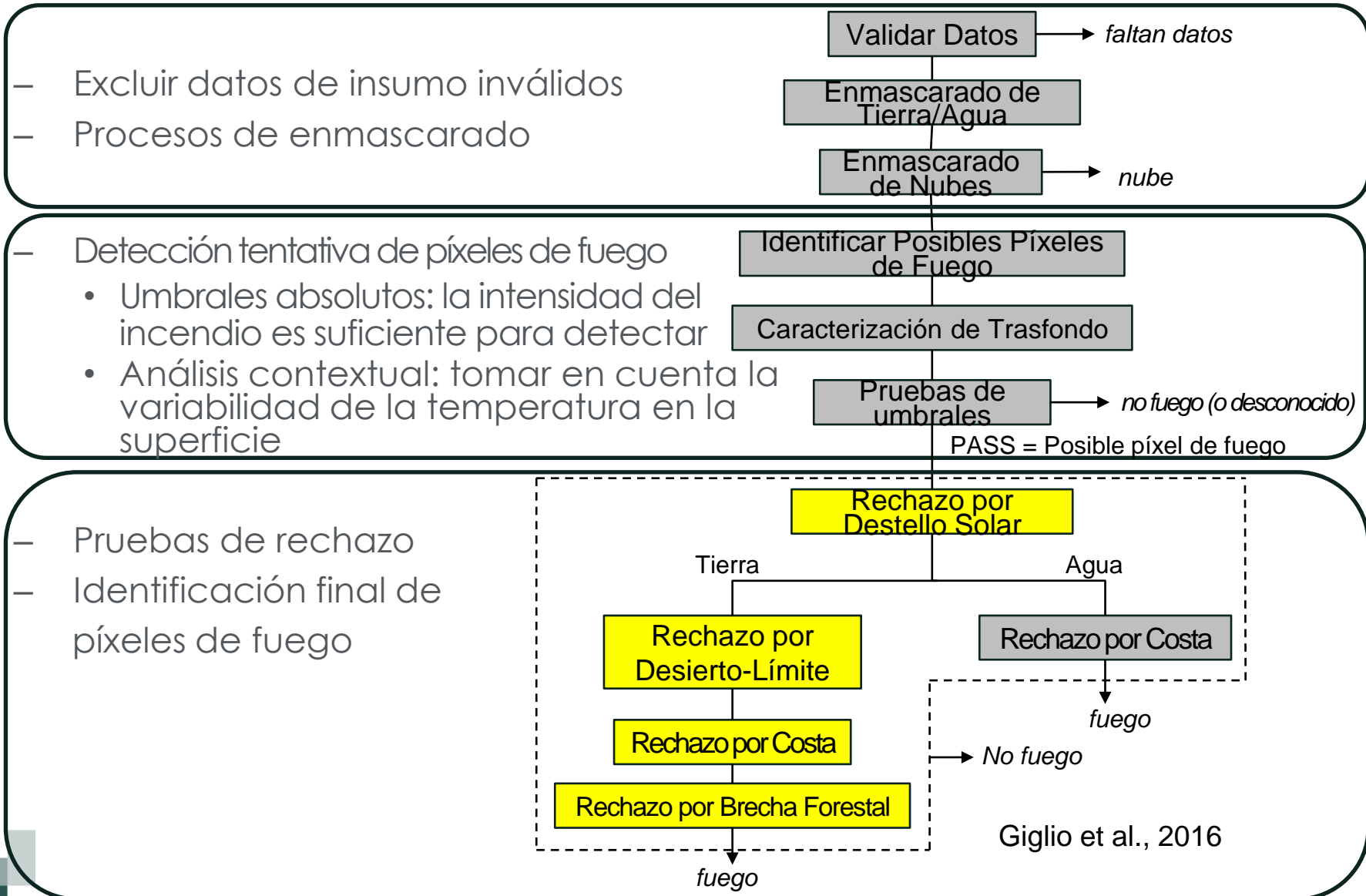


Wooster et al., 2021



¿Cómo Hace un Satélite para Detectar un Incendio?

- Metodología de algoritmos históricos:

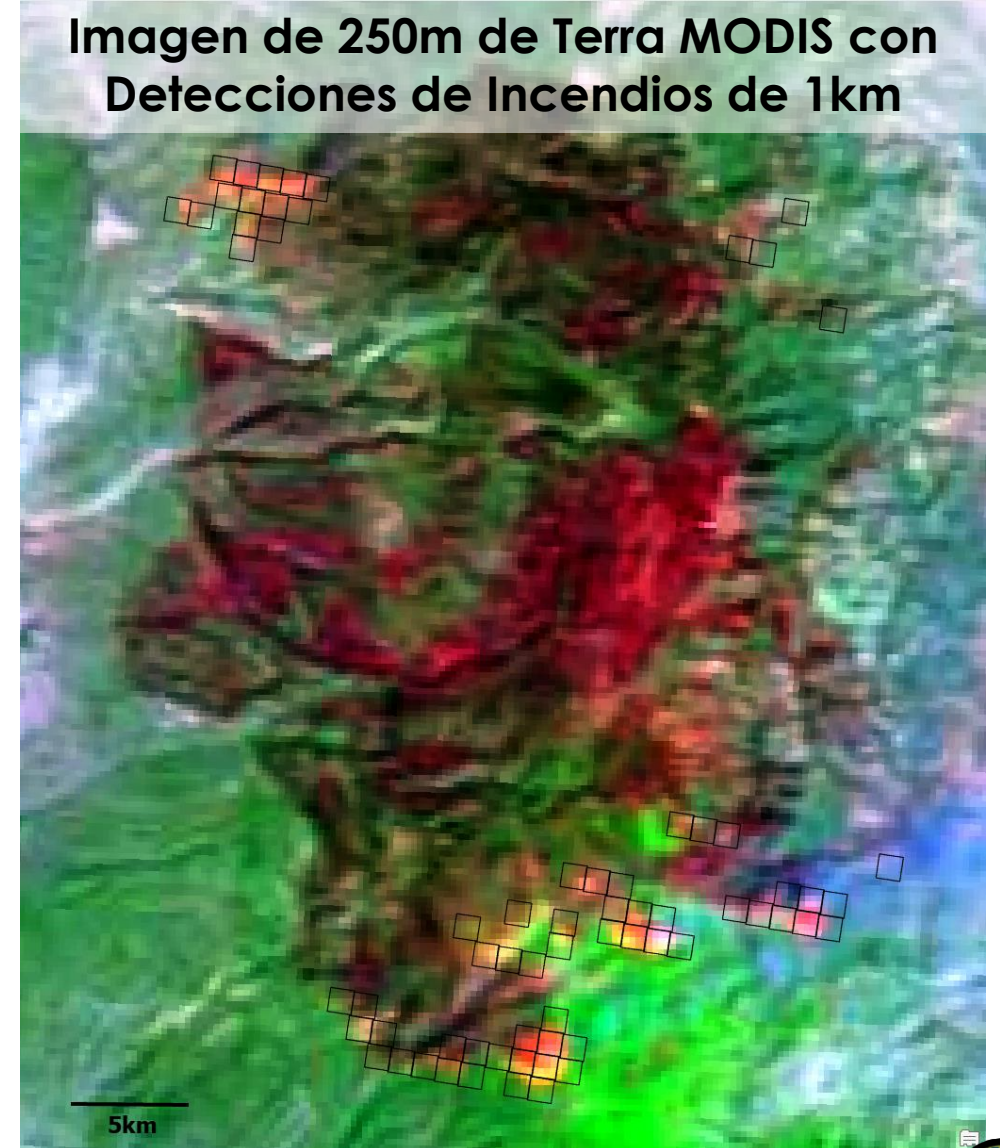
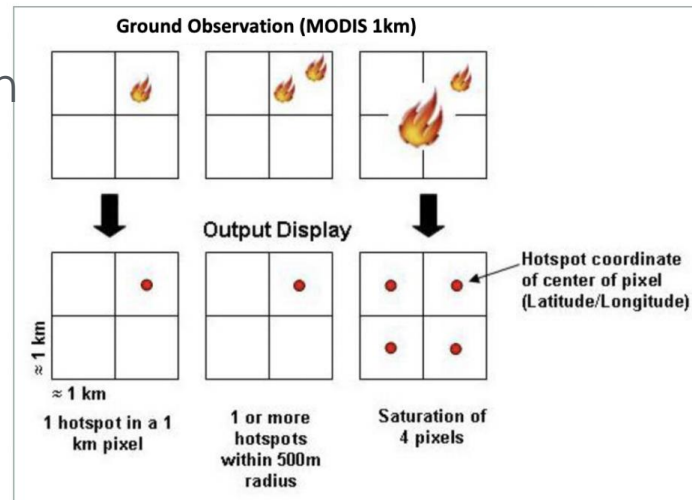


Tierra Nube
Fuego Agua



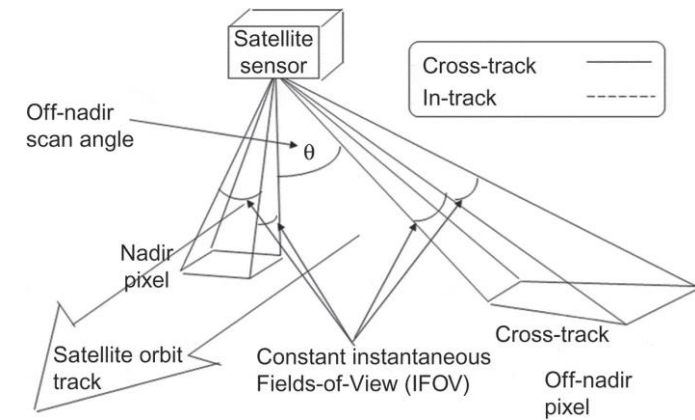
¿Qué Significa una Detección en el Suelo?

- Depende de las características del incendio.
- La actividad detectada de un incendio a menudo es menor que el tamaño de un píxel.
 - Incendio(s) pequeño(s) o grande(s), intenso(s)
 - Incendio menos intenso quemando sobre una extensión más grande
- El tamaño del píxel de los datos de detección de incendios es determinado por la resolución espacial del sensor.
- Las coordenadas de detección corresponden al centro del píxel que contiene actividad de incendio.



¿Qué Significa una Detección en el Suelo?

- La altitud del sensor y el ángulo de observación afectan la cobertura en el suelo que representa un píxel.
- El tiempo de observación o sobrevuelo del sensor en relación con la actividad del incendio
- Otros factores que afectan a la capacidad de detección:
 - Tamaño e intensidad del incendio
 - Nubosidad
 - Humo
 - Cobertura del dosel
 - Terreno
 - Heterogeneidad de la cobertura del suelo



Schueler y Barnes, 1998
Schueler et al., 2013



¿Qué Tamaños/Tipos de Incendios se Pueden Detectar con Satélites?

MODIS (1000m)

~1,000m² humeantes a incendios ardientes en buenas condiciones (día)

~100m² de fuego ardiente en buenas condiciones (día)

VIIRS Banda I (375 m)

~ 100m² humeantes a fuegos ardientes en buenas condiciones (día)

~20m² de fuego ardiente en buenas condiciones (día)

~2m² de fuego ardiente en buenas condiciones (noche)

Landsat OLI (30m)

~ 10 a 20m² humeantes a fuegos ardientes en buenas condiciones (día)

~4m² de fuego ardiente en buenas condiciones (día)

~1m² de fuego ardiente en buenas condiciones (noche)

¡Los algoritmos y los productos no son perfectos!



Landsat (30m)

Schroeder et al., 2016

VIIRS (375m)

Schroeder et al., 2014

MODIS (1km)

Schroeder y Giglio, 2017

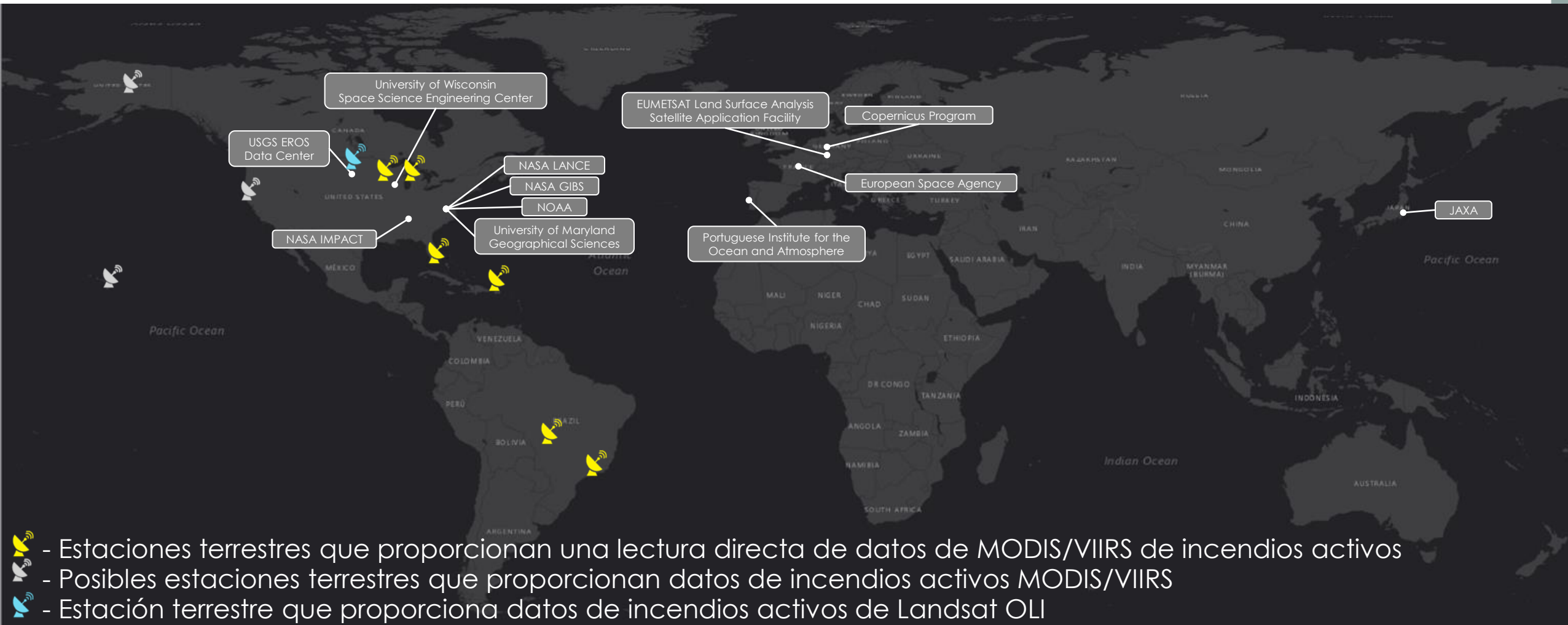


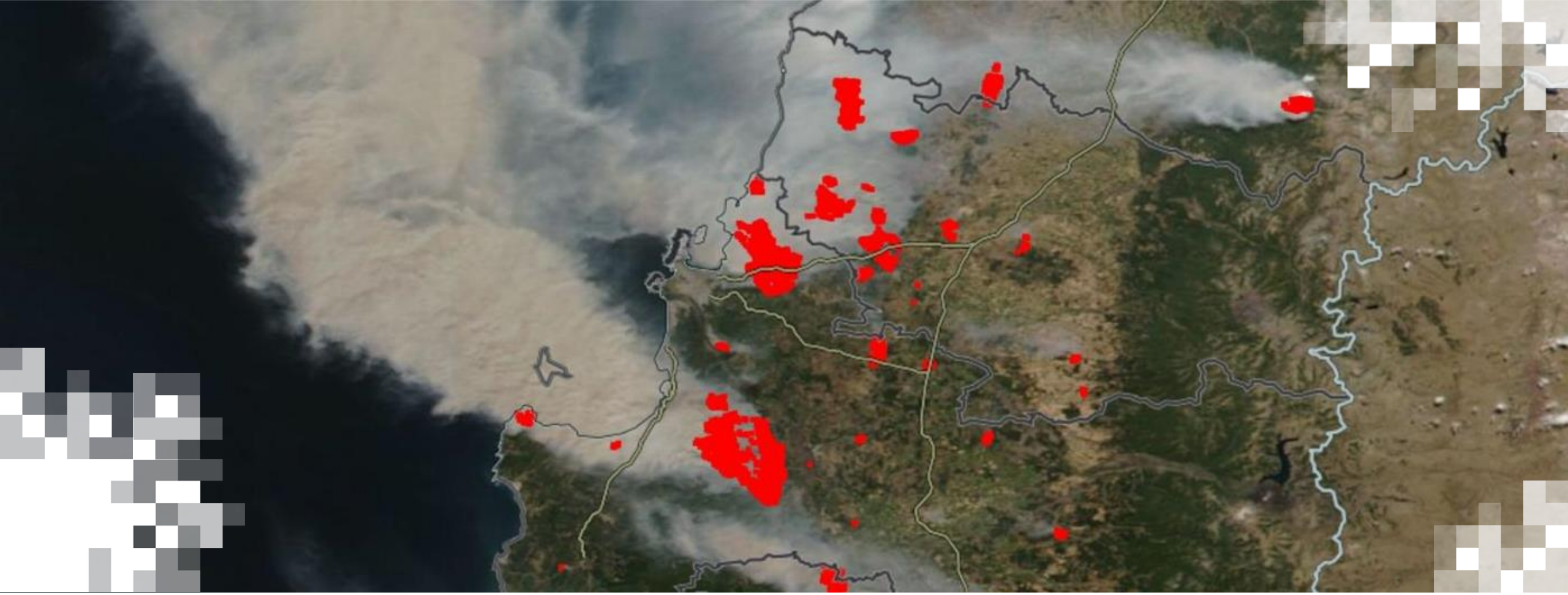
Resumen de la Disponibilidad de Datos Satelitales en FIRMS

Satélite - Sensor	Incendio Activo	Imágenes Compuestas en Color Real	Imágenes Compuestas en Color Falso	Imágenes DNB	Imágenes DNB/IR Compuestas	Área Quemada	Índices de Vegetación	Índices de Aerosoles	Cobert. Nivosa
GOES-16 ABI									
GOES-18 ABI									
Meteosat-9 SEVIRI									
Meteosat-11 SEVIRI									
Himawari-9 AHI									
Terra MODIS									
Aqua MODIS									
S-NPP VIIRS									
NOAA-20 VIIRS									
NOAA-21 VIIRS									
Sentinel-3A SLSTR									
Sentinel-3B SLSTR									
Landsat 8 OLI									
Landsat 9 OLI									
Sentinel 2A MSI									
Sentinel 2B MSI									
<div> <div>Disponible – Incluido en FIRMS</div> <div>Disponible – Se Planifica Incluirlo en FIRMS</div> <div>Disponible – No Se Planifica Incluirlo en FIRMS</div> <div>Disponible – No Incluido en FIRMS</div> <div>No Disponible</div> </div>									



FIRMS- Colaboradores y Fuentes de Productos Satelitales





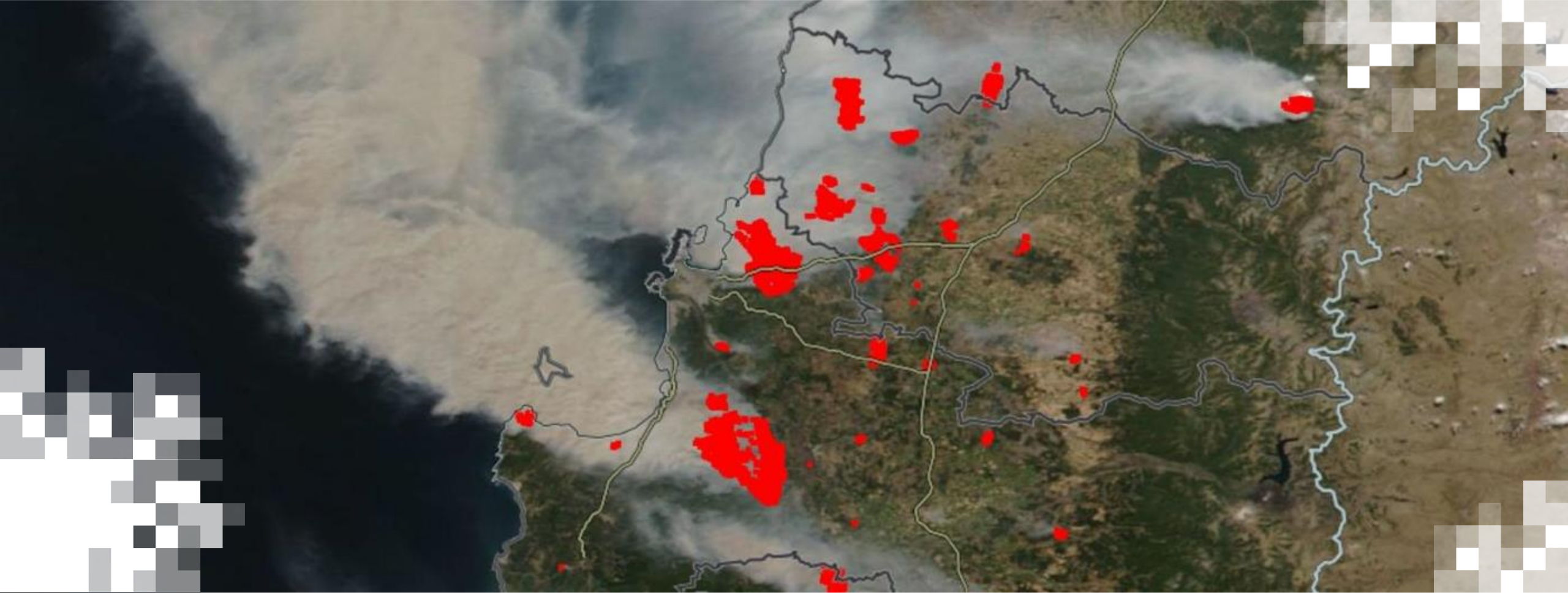
Acceso a Información sobre Incendios Activos Usando FIRMS

Acceso a Información sobre Incendios Activos Usando FIRMS

Esquema de la Demostración

- ¿Cómo está organizado FIRMS?
- ¿Dónde están ocurriendo los incendios?
- ¿Dónde se encuentra un incendio en relación conmigo?
- ¿Cómo accedo a las imágenes satelitales en FIRMS?
- ¿Puedo mostrar incendios activos sobre otras capas contextuales en FIRMS?
- ¿Cómo puedo compartir los mapas de incendios de FIRMS?





Fortalezas y Limitaciones de los Datos Satelitales Disponibles para la Detección de Incendios Activos

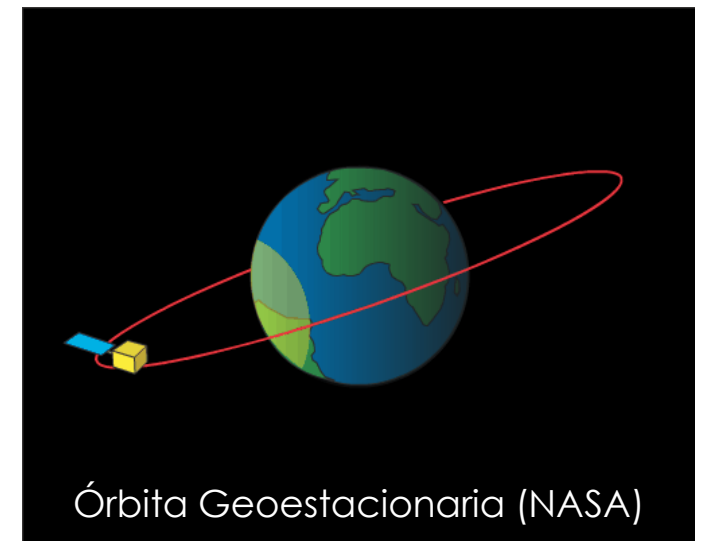
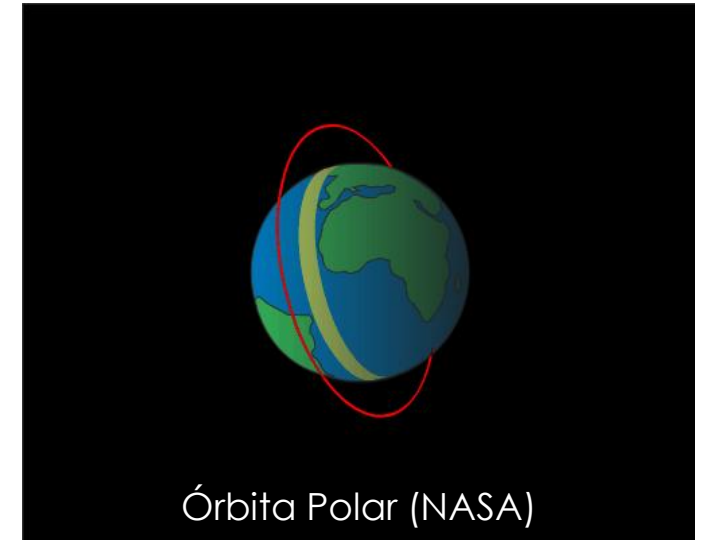
¿Por Qué FIRMS Incluye Múltiples Satélites y Fuentes de Datos de Incendios Activos?

- Ningún sensor satelital cumple con todos los requisitos.
- Requisitos técnicos:
 - Cobertura global
 - Observaciones frecuentes
 - Resolución espacial relativamente alta
 - Precisión, consistencia y confiabilidad del productos
- Necesidades de información para la gestión de incendios:
 - Detección de nuevas igniciones
 - Monitoreo de la progresión de los incendios
 - Evaluar riesgos de incendio para las poblaciones humanas y los recursos
 - Analizar los efectos del humo

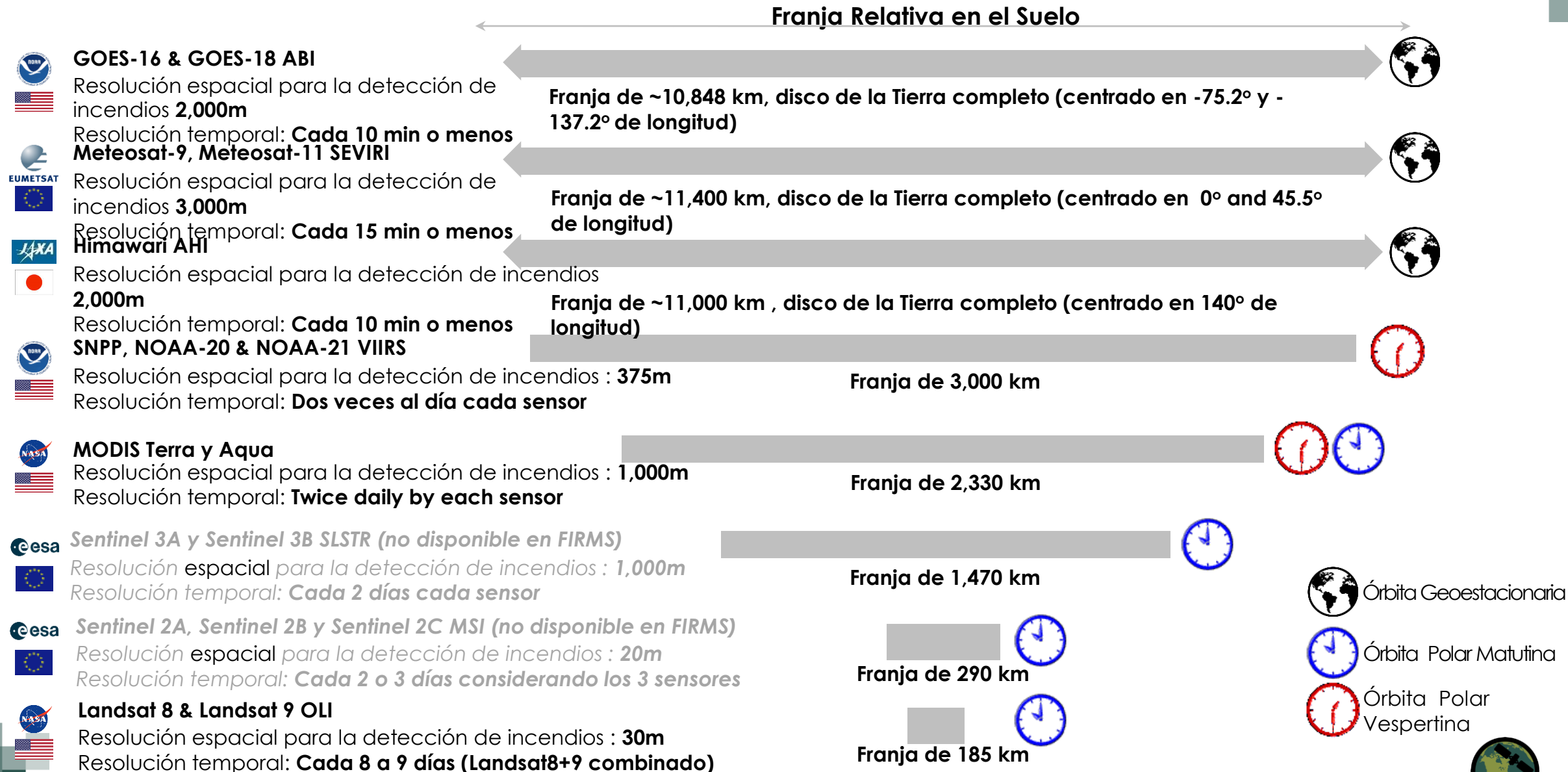


Órbitas de Satélites

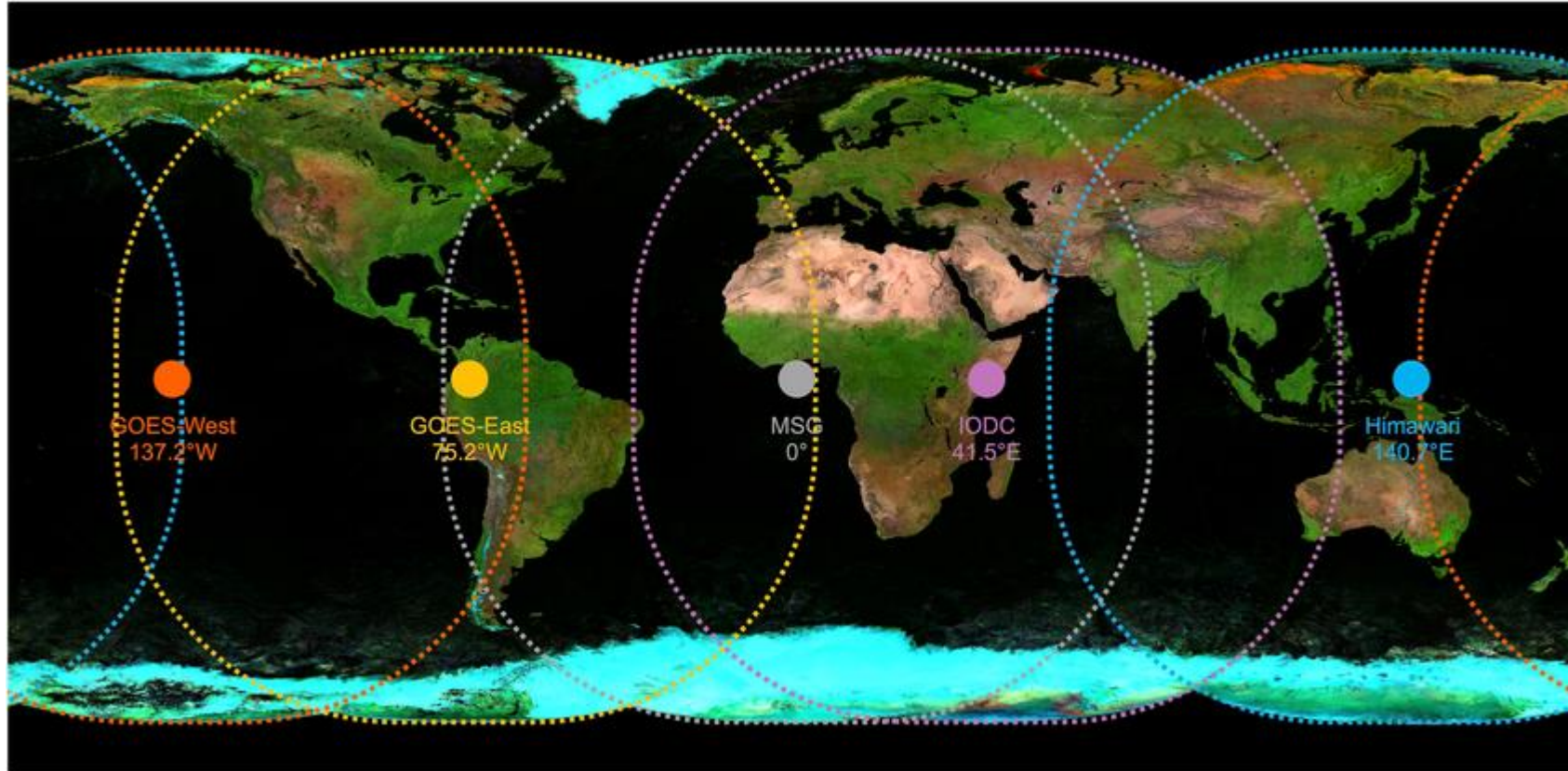
- Órbitas de satélites en órbita polar
 - Órbita de polo a polo mientras la Tierra gira por debajo
 - Sincrónico con el sol; Recopila tanto en el lado diurno como en el nocturno
 - Órbita baja (<1,000 km)
 - 1 a 2 observaciones diarias (más en latitudes más altas)
 - Los sensores cubren un ancho de franja definido
 - Resolución espacial relativamente más alta
- Órbitas de satélites geoestacionarios
 - Permanecen sobre un punto fijo mientras la Tierra gira
 - Órbita alta (35,000 km)
 - Los sensores observan el disco completo del hemisferio terrestre
 - Múltiples observaciones por hora
 - Resolución espacial relativamente más baja



Propiedades de los sensores satelitales utilizados en FIRMS para datos de incendios activos



Cobertura Geográfica de los Satélites GEO



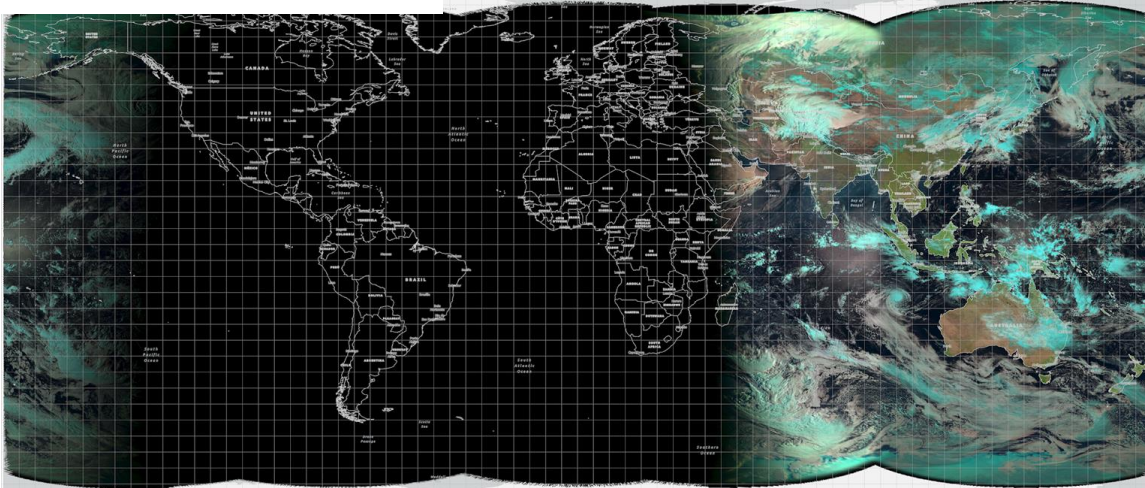
Cobertura Geográfica de GOES-18, GOES-16, Meteosat-9 (IODC), Meteosat-11 (MSG) y Himawari-9

Fuente: Ceamanos et al., 2021; <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JD034906>

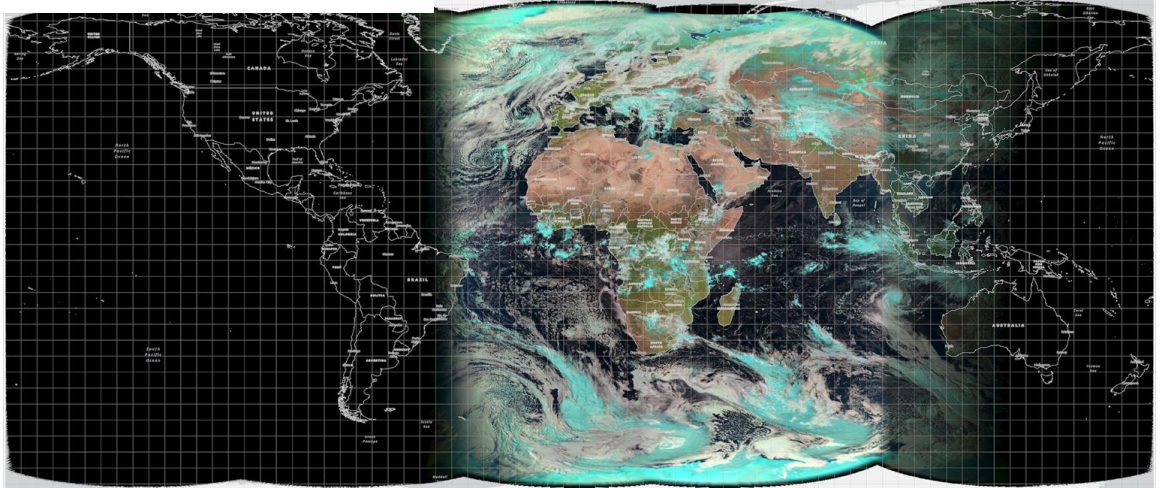


Órbita Geoestacionaria y Polar: Comparación de Cobertura en un Momento Determinado

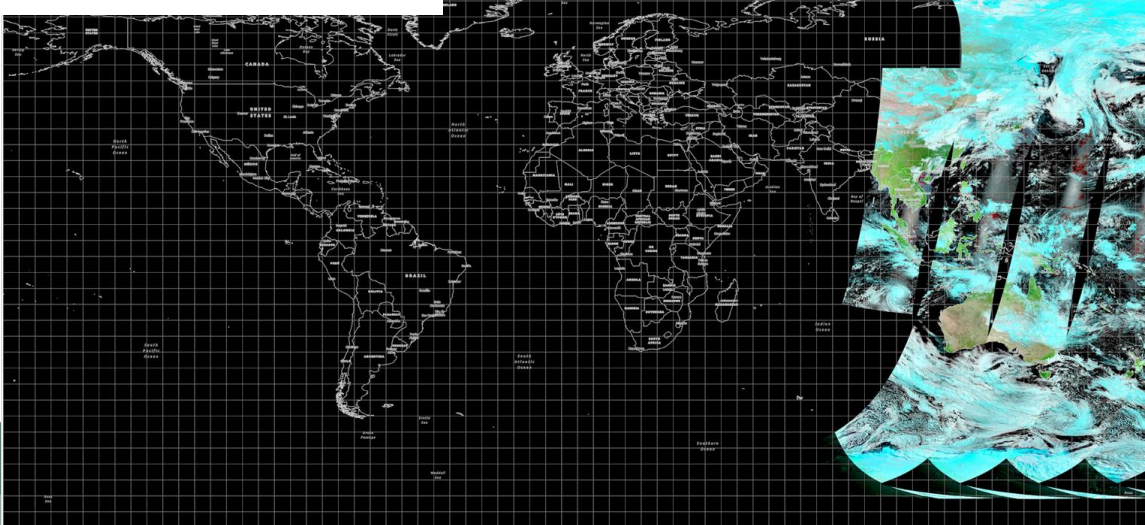
20250327: 0614UTC



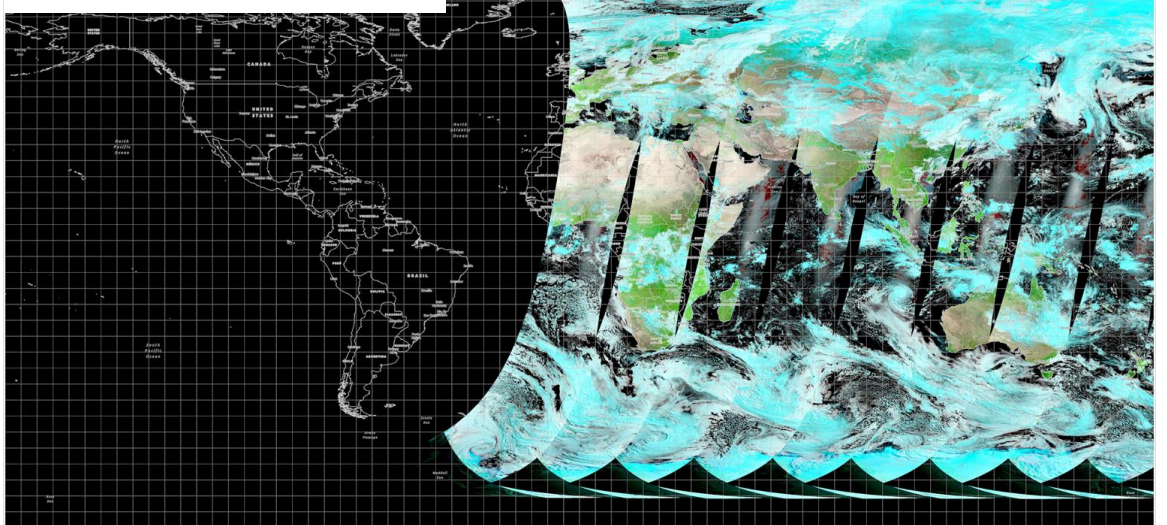
20250327: 1217UTC



20250327: 0616UTC



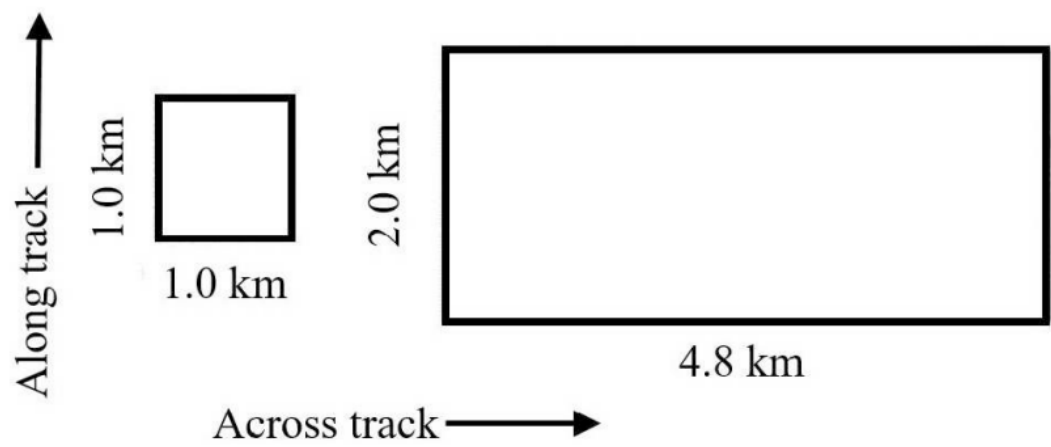
20250327: 1218UTC



Cambio en el Tamaño del Píxel con el Ángulo de Observación

El tamaño de los píxeles cambiará a medida que el sensor vea más allá del nadir

Cambio desde el nadir en los sensores MODIS
(a bordo de los satélites de órbita polar Terra y Aqua)

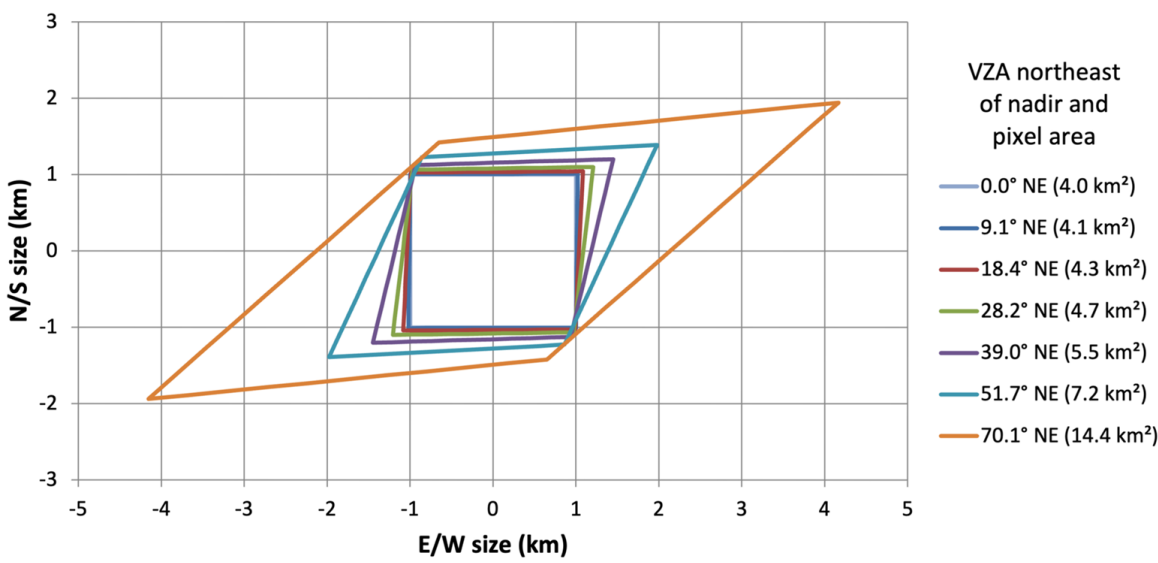


Crecimiento de los píxeles de MODIS desde el nadir hacia el borde de la franja

Fuente: Minnett et al., 2019

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111366>

Cambio desde el nadir en los sensores ABI
(a bordo de satélites geoestacionarios GOES-R)



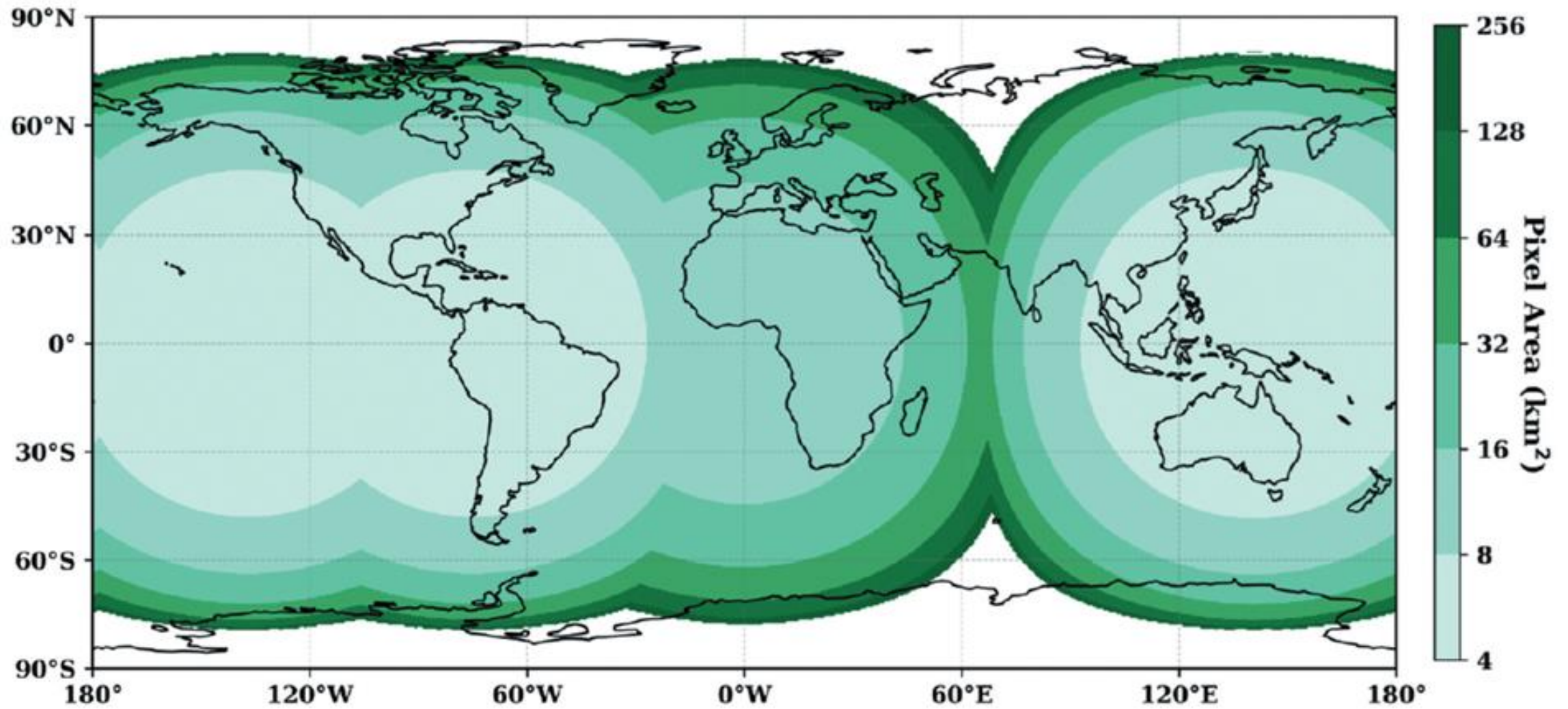
Aumento sistemático de la huella de los píxeles desde un punto subsatelital (GOES ABI)

Fuente: Losos et al., 2024

<https://doi.org/10.1038/s41597-024-03071-z>



Cobertura Espacial y Aumento Sistemático del Área de los Píxeles



Fuente: Hall et al., 2023

DOI: 10.1080/01431161.2023.2217983



FORTALEZAS

SATÉLITES EN ÓRBITA POLAR

- Larga historia de uso para la detección de incendios activos
 - Desarrollo de algoritmos maduros
 - Los usuarios están familiarizados con los datos
 - Mayor resolución espacial (1 km, 375 m, 30 m, 20 m)
 - Mayor resolución espectral
 - Observaciones ~2 veces al día, más hacia los polos
 - Sensores generalmente optimizados para mapear/monitorear fenómenos ambientales (por ejemplo, incendios)
 - Los datos de detección NRT** (MODIS/VIIRS) se entregan a FIRMS dentro de 3 horas después de la observación
 - Los datos de detección NRT** (Landsat*) se entregan a FIRMS dentro de 30 minutos después de la observación por satélite
 - Los datos de detección URT* de MODIS y VIIRS se entregan a FIRMS dentro de los 2 minutos posteriores a la observación satelital
- *disponible para CONUS, Sur de Canadá, Norte de México
** NRT- siglas de "tiempo casi real" en inglés

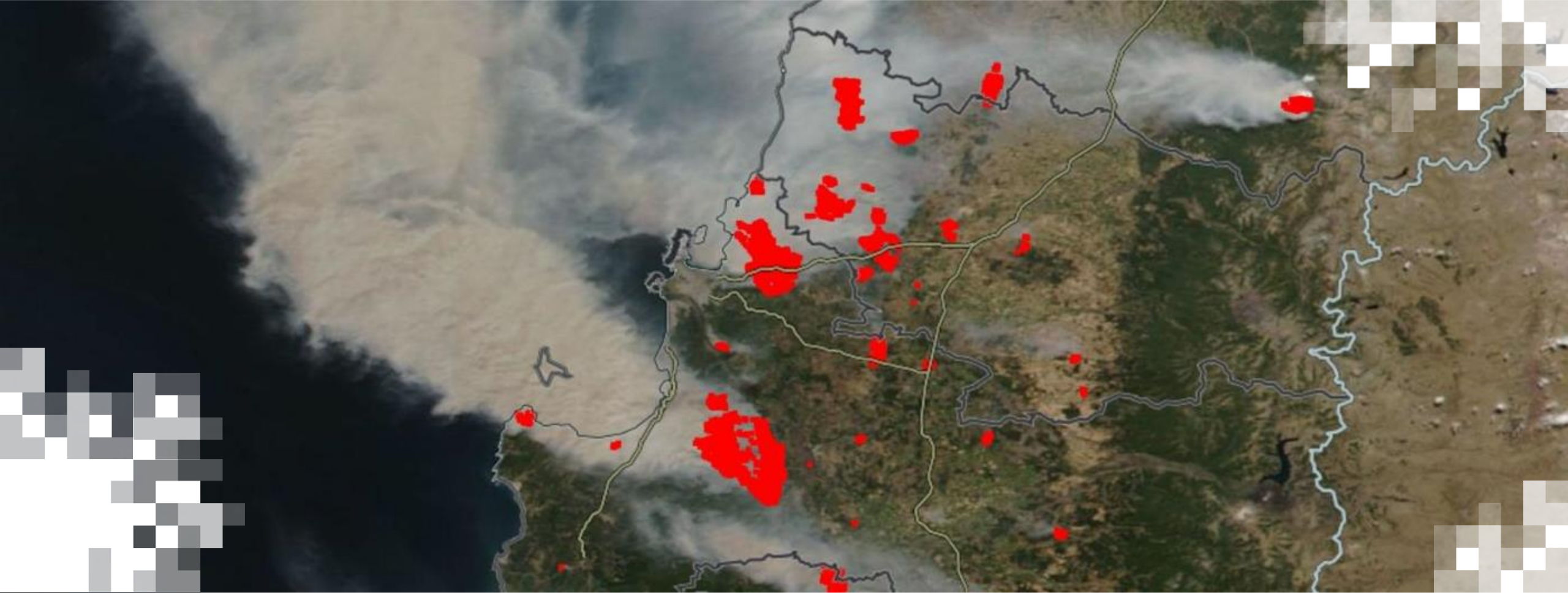
SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

- Cobertura de todo el disco/hemisferio de la Tierra a la vista
- Las observaciones se realizan varias veces por hora (10-15 minutos para el disco completo)
- Las detecciones de incendios activos se entregan a FIRMS entre 20 y 30 minutos después de la observación por satélite
- Proporcionan muestreos frecuentes de la actividad de incendios
- Permiten la detección temprana de nuevas igniciones
- Útiles para el seguimiento de incendios que se mueven rápidamente
- Útiles para el seguimiento de incendios de corta duración/transitorios
- Útiles para el "relleno" (seguimiento/monitoreo de incendios entre sobrevuelos de satélites en órbita polar)
- Se necesitan menos satélites para una cobertura global completa

LIMITACIONES

- No hay cobertura continua de toda la Tierra a la vez
- Las observaciones repetidas varían:
- Cobertura global diaria (MODIS/VIIRS)
- Sentinel-2 (a+b+c) 3 a 4 días, Landsat8+9 (8 a 9 días)
- Varias imágenes adquiridas desde la misma ubicación el mismo día no tienen la misma geometría visual
- Crecimiento sistemático de píxeles desde el nadir (MODIS)
- MODIS a bordo de Terra y Aqua está cerca del final de su vida útil
- La cobertura de nubes en el momento del sobrevuelo ofusca la observación

- Están diseñados principalmente para aplicaciones meteorológicas
- Características inherentes de la plataforma/sensor
- Aumento de la distorsión del campo visual con la distancia desde el nadir
- La utilización de satélites geoestacionarios para la detección de incendios activos es relativamente nueva
- Desarrollo/refinamiento de algoritmos en curso
- Resolución espacial gruesa
- Resolución espectral no optimizada para la detección de incendios activos
- La precisión de los datos puede ser incoherente (falsos positivos)*
- *Producto geoestacionario global armonizado disponible en FIRMS



**Demostración- Consideraciones para el uso de datos de
detecciones de incendios activos**



Sesión 1: **Resumen**

Resumen

- Introducción a FIRMS: FIRMS EE. UU./Canadá y FIRMS Global
- Detección de incendios por satélite
 - La detección de incendios activos representa el centro de un píxel que se ha marcado como que contiene uno o más incendios
 - El tamaño del píxel varía con la resolución espacial del sensor satelital (30m a 3 km)
- Resumen de los datos disponibles en FIRMS
 - 16 sensores, detecciones de incendios activos, imágenes compuestas, área quemada y otros índices
 - Demostración: Navegación en FIRMS, información de incendios activos, imágenes disponibles y capacidades de ubicación, medición y uso compartido
- Fuertes/limitaciones de los diferentes productos de datos de detección de incendios activos basada en satélites
 - **Sensores polares:** algoritmos de detección maduros, mayor resolución espacial, la frecuencia de repetición varía (diaria a 8-9 días)
 - Una resolución espacial más alta es útil para observar incendios más pequeños, incendios dentro de un perímetro de incendio
 - **Sensores geoestacionarios:** Menor resolución espacial, cubre todo el hemisferio, múltiples observaciones por hora
 - Útil para rastrear incendios que se mueven rápidamente o probar información entre observaciones polares
 - Demostración: Impactos del ancho de la franja, la resolución espacial y los ángulos de visión más altos en la detección de incendios



La 2^{da} Sesión

- Uso de FIRMS para monitorear la evolución y el crecimiento de los incendios forestales
- Identificación de factores que pueden afectar la detección de incendios forestales



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Se asignará una tarea
- Abre el 23 de julio de 2025
- Se puede acceder desde la [página de esta capacitación](#)
- Debe enviar sus respuestas vía el formulario de Google
- **Fecha de entrega: 6 de agosto de 2025**

- **Certificado de Finalización de Curso:**

- Asista a las tres sesiones en vivo (la asistencia es registrada automáticamente)
- Complete la tarea antes de la fecha límite

Recibirá un certificado por correo electrónico aproximadamente dos meses después de completar el curso.



Datos de Contacto

Instructores:

- Jenny Hewson
 - jennifer.h.hewson@nasa.gov
- Brad Quayle
 - brad.quayle@usda.gov
- Diane Davies
 - diane.k.davies@nasa.gov
- Melanie Follette-Cook
 - melanie.cook@nasa.gov

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

Visite nuestro Programa Hermano:

- [DEVELOP](#)



Recursos

- Detección de Incendios Activos
 - Giglio et al., 2003 - [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00184-6)
 - Giglio et al., 2016 - <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>
 - Wooster et al., 2021 - <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112694>
- Gráfico de Ángulo de Visualización de Escaneo
 - Schueler y Barnes, 1998 - [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(1998\)015%3C0430:NGMFPO%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1998)015%3C0430:NGMFPO%3E2.0.CO;2)
 - Schueler et al., 2013 - <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.796102>
- Tamaños y Tipos de Incendios que se Pueden Detectar:
 - Schroeder et al., 2014 - <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.008>
 - Schroeder et al., 2016 - <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.032>
 - Schroeder and Giglio, 2017 - https://viirsland.gsfc.nasa.gov/PDF/VIIRS_activefire_750m_ATBD.pdf
- Productos de Datos Satelitales
 - GOES ABI - <https://www.goes-r.gov/products/overview.html>
 - Meteosat SEVIRI - https://navigator.eumetsat.int/search?query=seviri&filter=satellite_MSG
 - Himawari AHI - <https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/userguide.html>



Recursos

- Animaciones de Órbita Polar y Geoestacionaria
 - <https://spaceplace.nasa.gov/orbits/en/>
- Cobertura Geográfica de GOES-18, GOES-16, Meteosat-9 (IODC), Meteosat-11 (MSG) y Himawari-9
 - Ceamanos, et al., 2021; <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JD034906>
- Crecimiento de los Píxeles de MODIS desde el Nadir hacia el Borde de la Franja
 - Minnett et al., 2019; <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111366>
- Aumento sistemático de la huella de píxeles desde un punto subsatelital (GOES ABI)
 - Losos et al., 2024; <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03071-z>





¡Gracias!

