



## SESIÓN 2

Introducción a la teledetección

Presentadores: Mariano Gonzalez-Roglich & Eddy Mendoza

# Guía de la sesión 2

- Panorama de conceptos relacionados con la teledetección
- Historia de la teledetección
- Tecnologías actuales de teledetección para la gestión de la tierra

# ¿Qué son la observación de la Tierra y la teledetección?

- “Obtener información de un objeto sin estar en contacto directo con él.”
- Más específicamente, “obtener información de la superficie terrestre mediante sensores montados sobre plataformas aéreas o satelitales.”

Fotografía desde  
globos aerostáticos (1858)



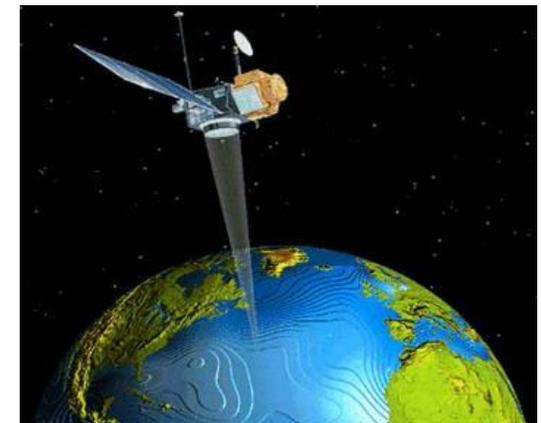
Fotografía con palomas (1903)



Aeronaves (1ª y 2ª Guerra Mundial)



Espacio (1947)



# Los datos y herramientas de observación de la Tierra sirven para:

- Monitorear los cambios
- Alertar ante amenazas
- Fundamentar decisiones sobre la gestión de la tierra
- Realizar un seguimiento de los avances hacia metas (tales como REDD+, los objetivos de desarrollo sostenible [ODS] de la ONU, etc.)

# La importancia de la observación de la Tierra

**Mejorar la gestión sostenible de la tierra mediante la observación de la Tierra es fundamental para:**

- Monitorear las amenazas ecológicas a los territorios (deforestación e incendios)
- Mapear y resolver conflictos relacionados con la tenencia de la tierra
- Aumentar los conocimientos sobre el uso y la dinámica de la tierra.
- Mapear los límites de tierras indígenas y entender su contexto en las áreas aledañas
- Monitorear la biodiversidad



# Monitoreo de deforestación



Video de la Agencia Espacial Europea que muestra la deforestación en Rondonia, Brasil, de 1986 a 2010

# Monitoreo de incendios forestales



# Monitoreo de cambios de uso de la tierra



Formulario de Alerta Temprana BPAM

Measure

Area measurement  
Segment: 60.560957 Meters  
Perimeter: 355.575925 Meters  
Area: 0.764264 Hectares

Descripción de detección \*

- Deforestación
- Degradación de sotobosque (Zocaleo)
- Quema de vegetación
- Madera aserrada
- Árbol caído
- Deslizamiento
- Apertura de carretera
- Otro

Fecha de la detección

Date

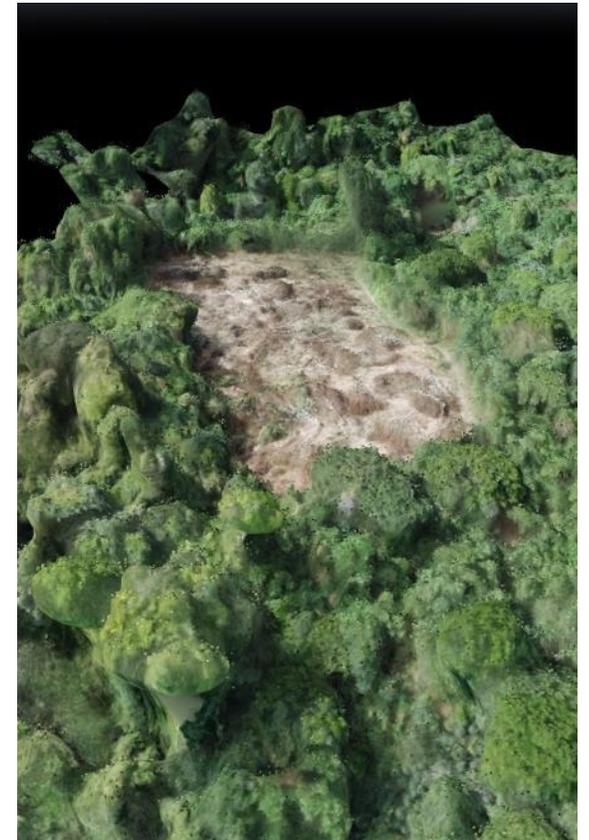
Área (ha)

Imagen de la detección

Ubicación \*

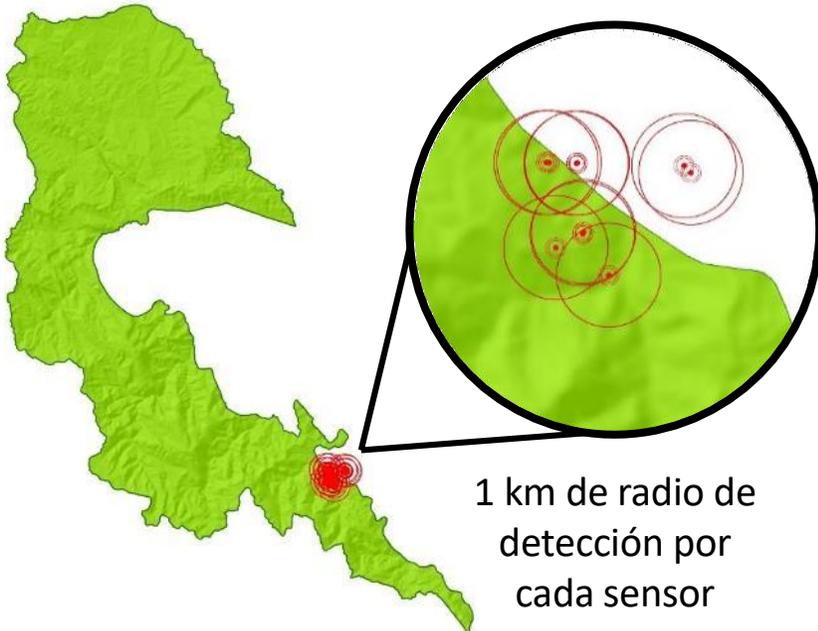
No Location

Press to capture location using a map

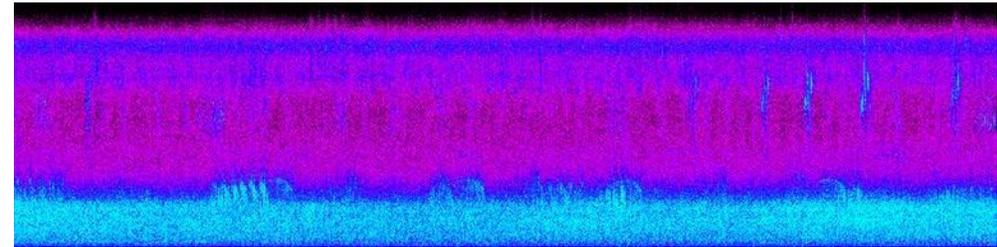
An aerial photograph of a forest with a pink polygon overlaid on a specific area. The polygon is roughly rectangular with some irregular edges. The forest appears to be a mix of green and brownish areas, possibly indicating different types of vegetation or a specific area of interest.

# Monitoreo de tala ilegal con alertas acústicas

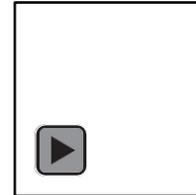
1) El sonido de motosierra es detectado por sensores acústicos



2) Sensores acústicos envían alertas vía correo electrónico



Guardian: MoviStar Tower  
LAT/LONG: -5.97801,-77.3558  
Fecha y hora inicial: 2017-06-20 14:22:41.848000 (America/Lima)  
Fecha y hora final: 2017-06-20 14:24:11.848000 (America/Lima)  
Intervalo de confianza: 0.97872  
Archivo mp3: <https://assets.rfcx.org/audio/658a3786-efb5-4756-96dd-fae176fe5624.mp3>  
Archivo png: <https://assets.rfcx.org/audio/658a3786-efb5-4756-96dd-fae176fe5624.png>



# Monitoreo de biodiversidad con cámaras trampa

- Identificar y seguir los movimientos de especies
- Descubrir tendencias en los cambios de las poblaciones
- Se utilizan en el ecoturismo para crear conciencia sobre la conservación
- <https://www.wildlifeinsights.org/>



# Dinámicas de cobertura de la tierra



# Mapeo de límites territoriales

- Mapeo participativo con imágenes satelitales
- Ejemplo de la sesión 1 con la COMUNIDAD NATIVA ALTO MAYO





Teledetección por satélite

# ¿Cuáles son los componentes del proceso de teledetección?

1. Fuente de energía o iluminación (A)
2. Radiación y la atmósfera (B)
3. Interacción con el objeto (C)
4. Registro de energía por el sensor (D)
5. Transmisión, recepción y tratamiento (E)
6. Interpretación y análisis (f)
7. Aplicación (G)

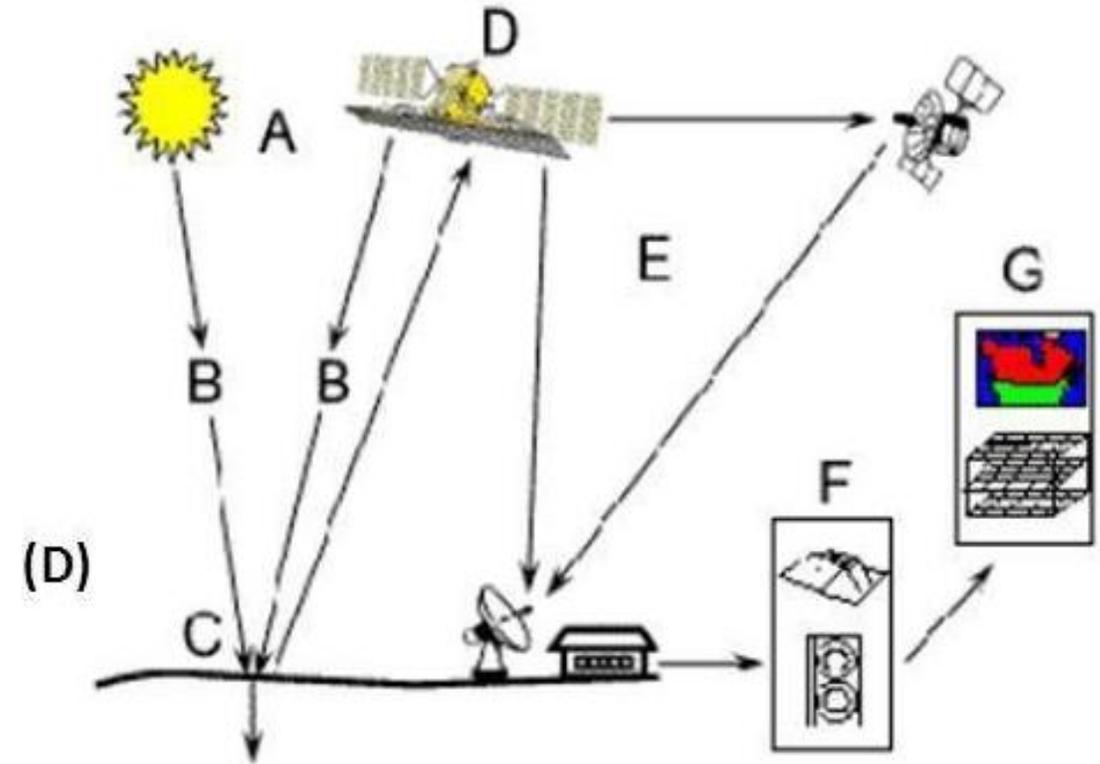
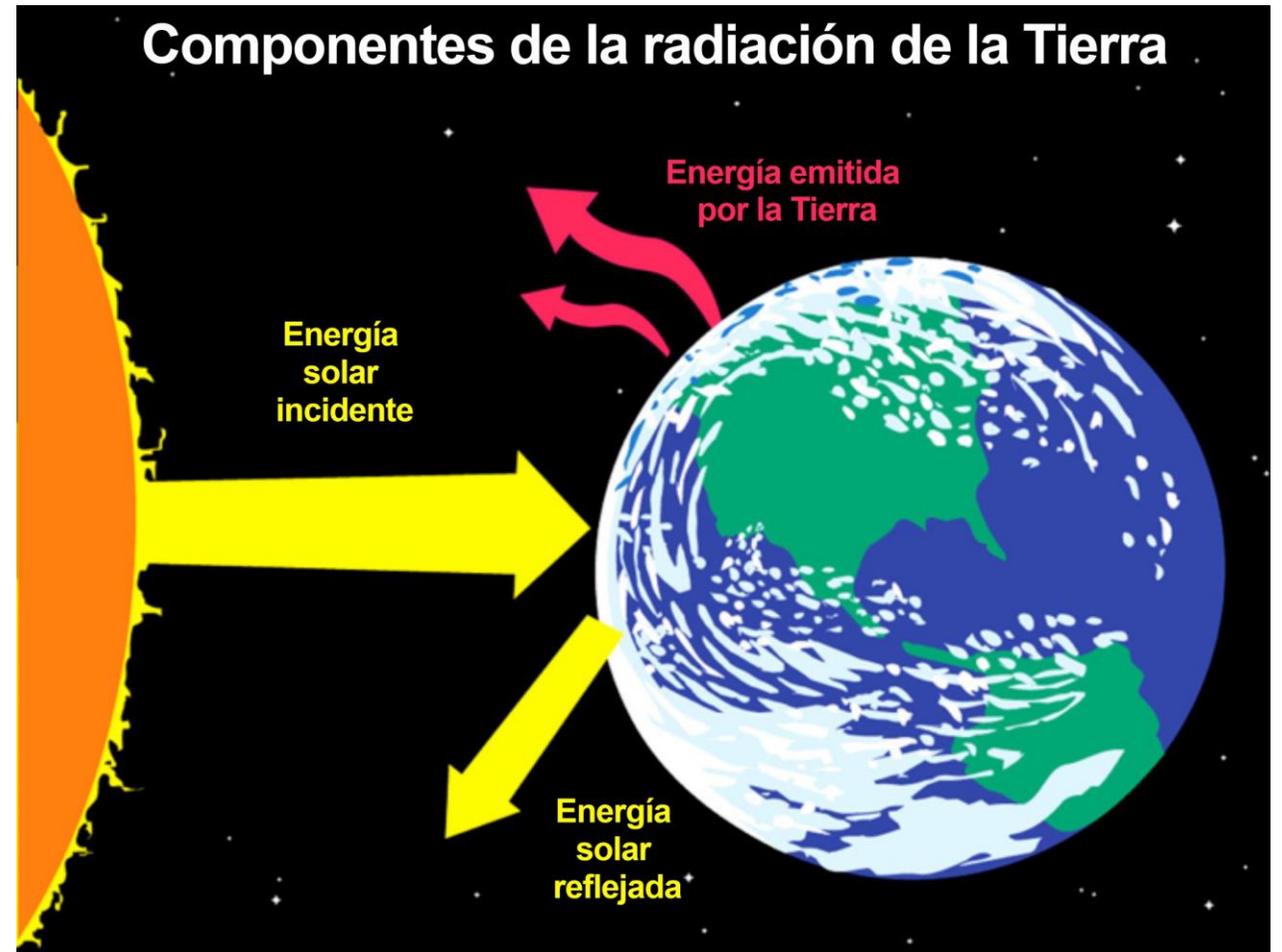


Imagen: Dipen Sahajramani, M.Tech Geomatics & Remote Sensing [Mtro. en geomática y teledetección], Center for Environmental Planning and Technology University (2019)  
<https://www.quora.com/What-are-the-components-of-a-remote-sensing-satellite>

# 1. Fuente de energía o iluminación

## Componentes de la radiación de la Tierra

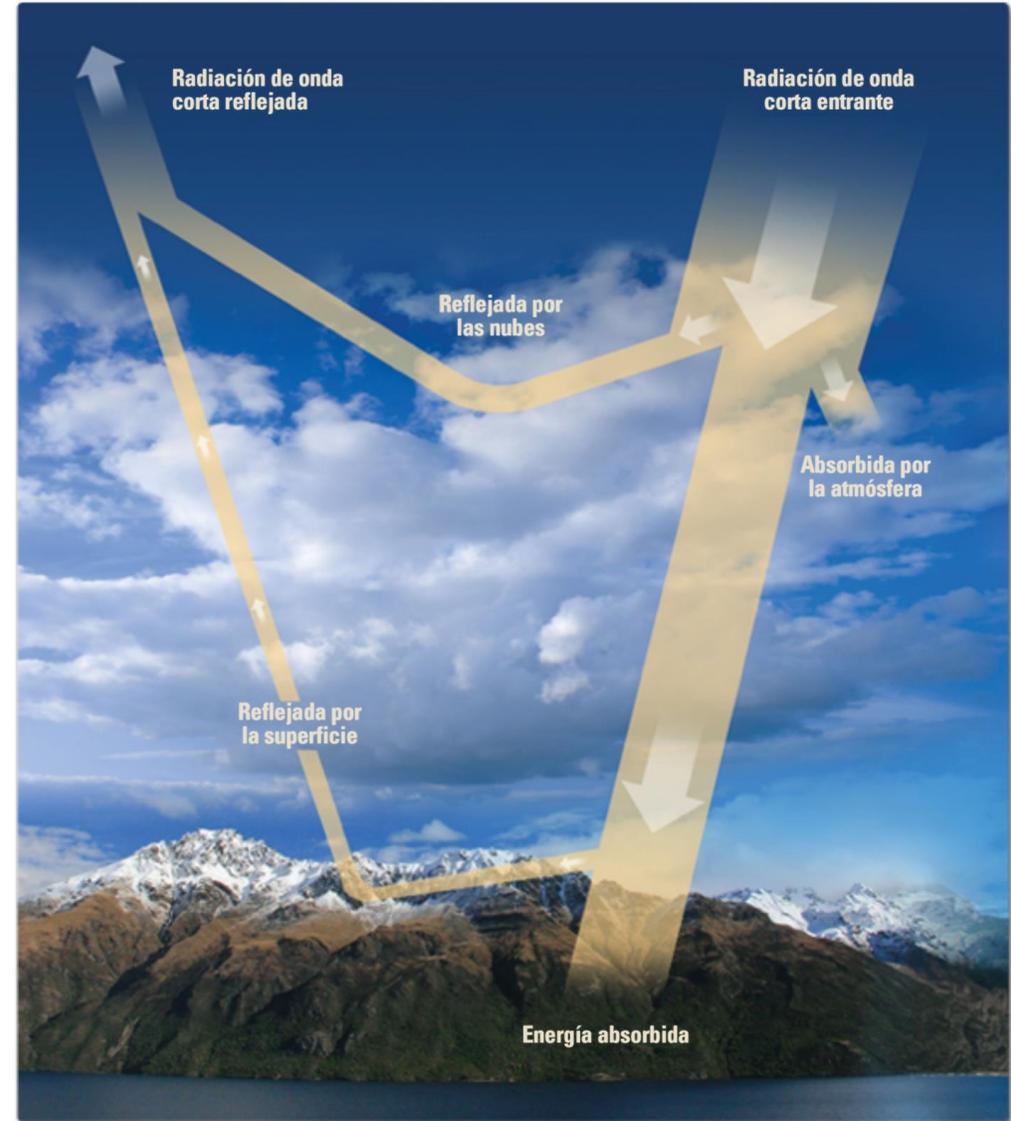
- La energía incidente del Sol es:
  - reflejada (energía solar reflejada)
  - transmitida
  - absorbida



## 2. Radiación y la atmósfera

### La atmósfera

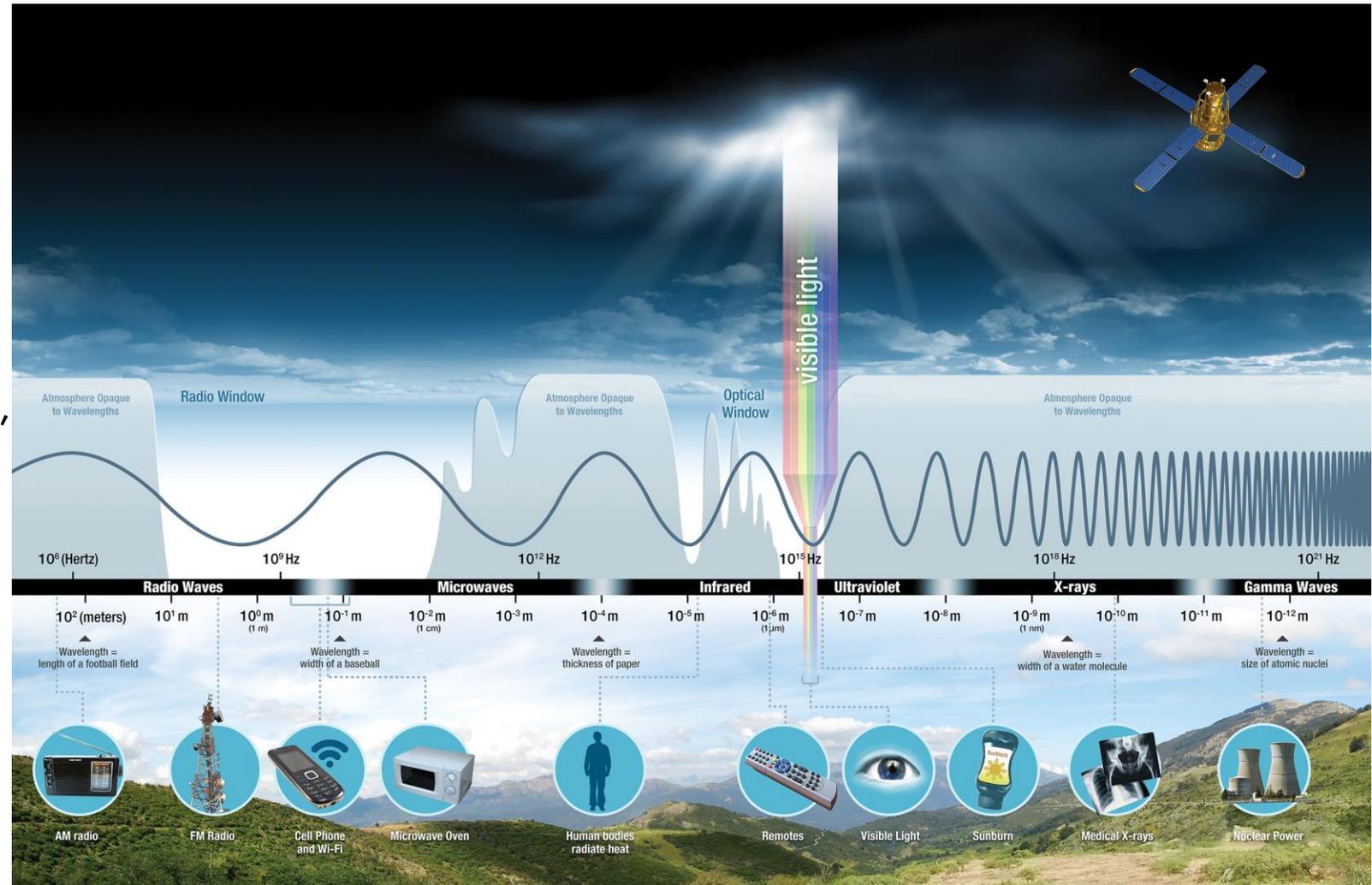
- Las nubes reflejan la radiación solar visible, emiten radiación infrarroja al espacio y brindan una medida indirecta de precipitaciones
- Se utilizan frecuencias de microondas para observar las precipitaciones



# 3. Interacción con el objeto

## El espectro electromagnético

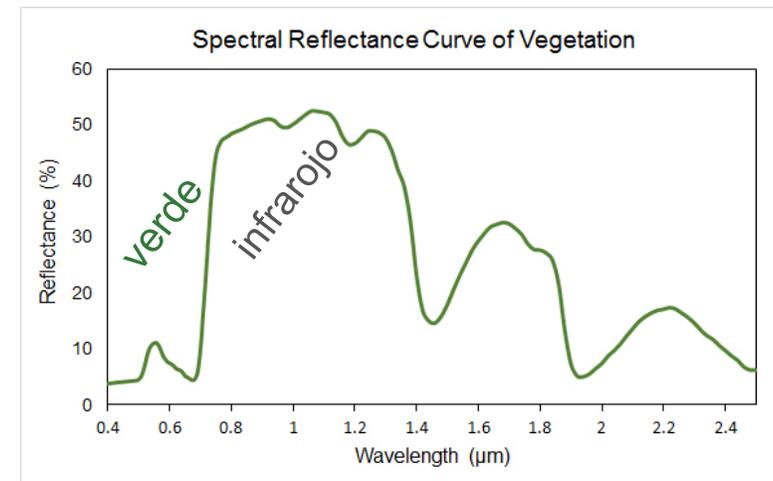
- Los satélites en órbita llevan sensores o instrumentos
- Los sensores se calibran para detectar diferentes longitudes de onda en el espectro electromagnético, incluyendo muchas veces la luz visible



# 3. Interacción con el objeto

## La vegetación

- La vegetación sana absorbe longitudes de onda rojas y azules pero refleja las verdes y las infrarrojas
- Debido a que no podemos ver la radiación infrarroja, la vegetación sana se ve verde

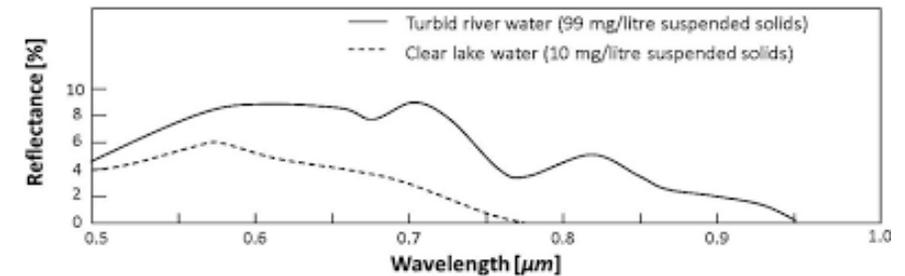


azul  
rojo

# 3. Interacción con el objeto

## El agua

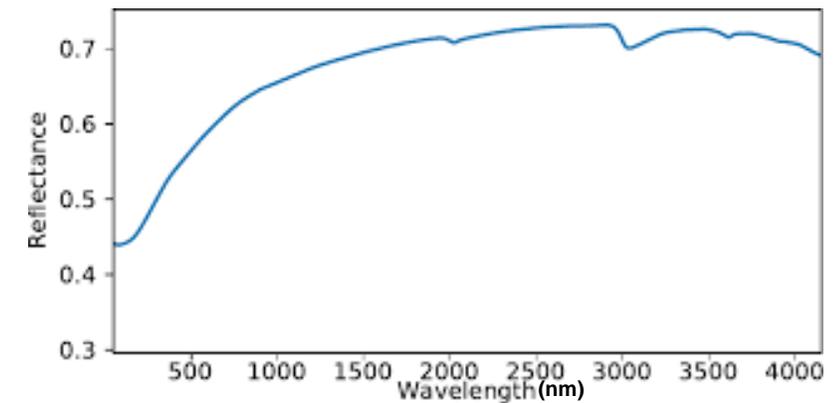
- El agua absorbe más las longitudes de onda visibles más largas (verdes y rojas) y la radiación infrarroja cercana que las longitudes de onda visibles más cortas (azules)
- El agua se ve azul o azul-verde generalmente
- Sedimentos en las capas superiores del agua aumentarán la reflectancia y el agua se verá más brillante



# 3. Interacción con el objeto

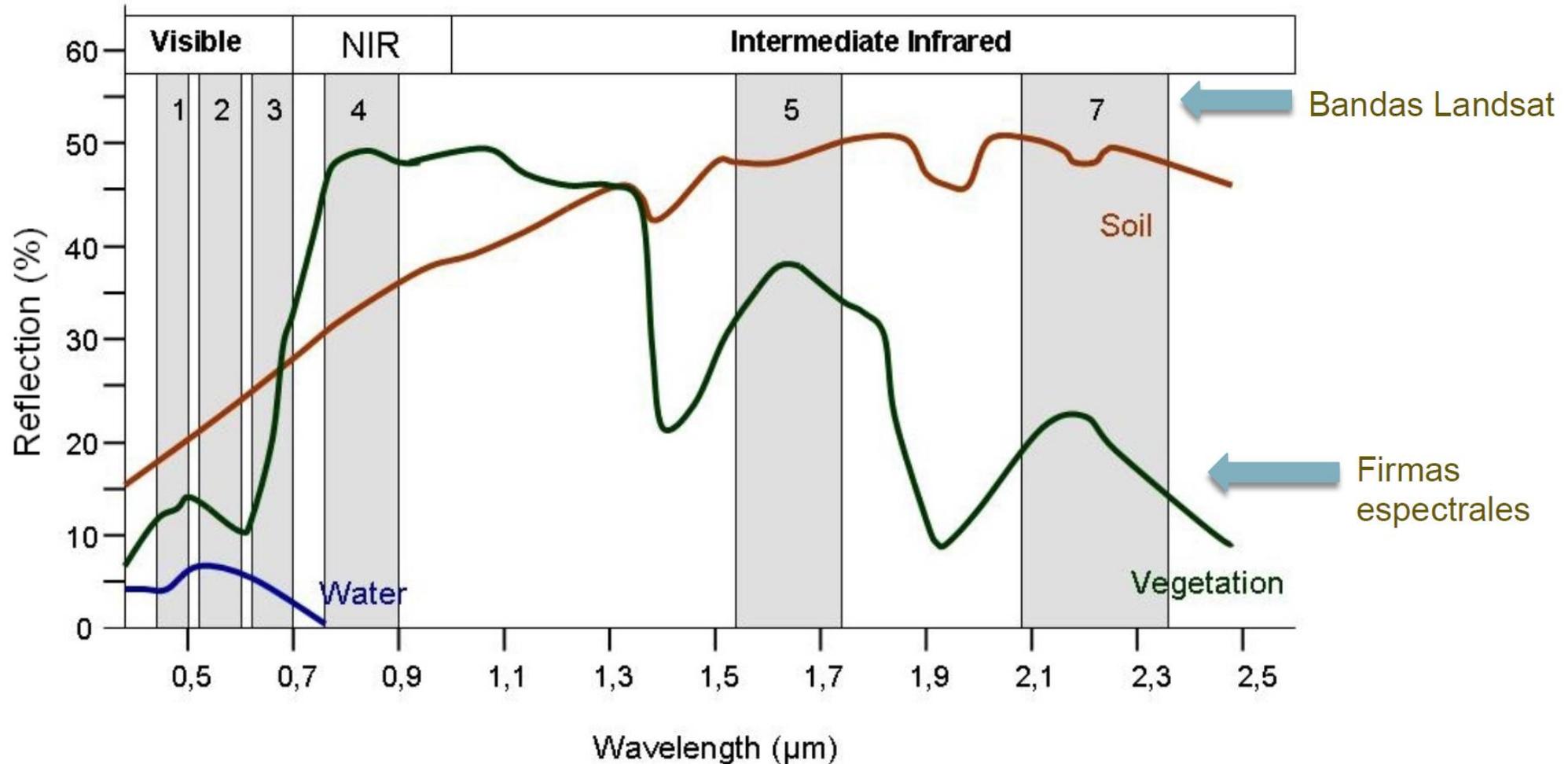
## El suelo

- La firma espectral del suelo es bastante constante en todo el rango de las longitudes de onda
- La reflectancia se ve afectada por la humedad, la textura y el contenido mineral

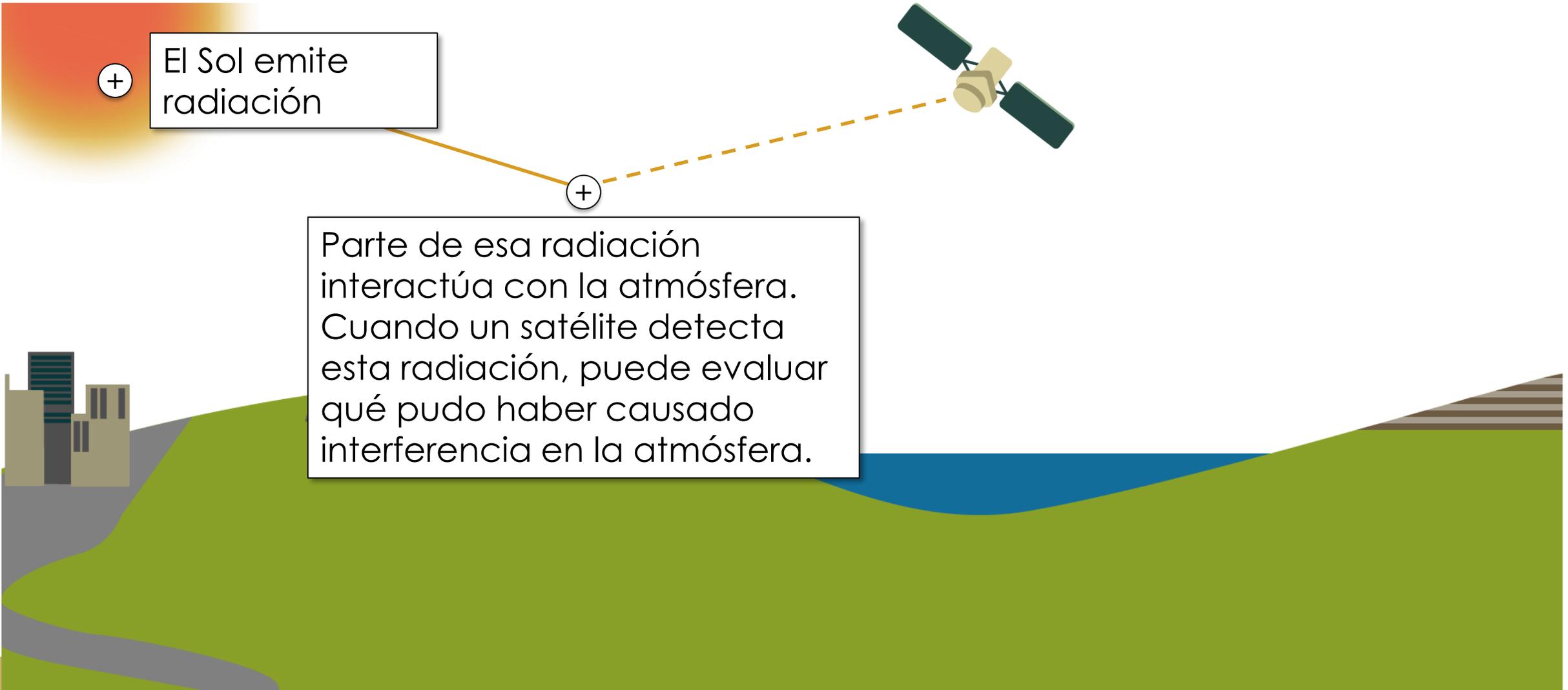


# 3. Interacción con el objeto

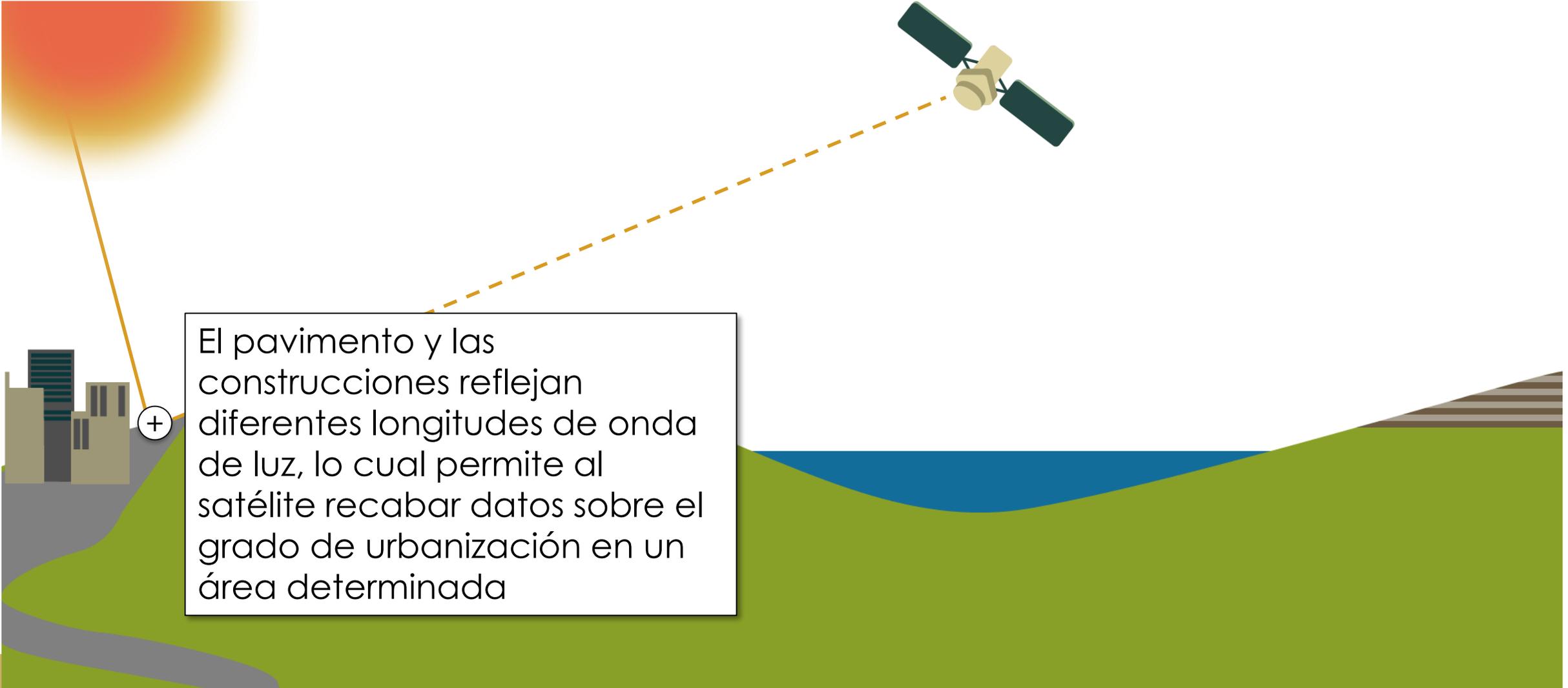
## Las firmas espectrales



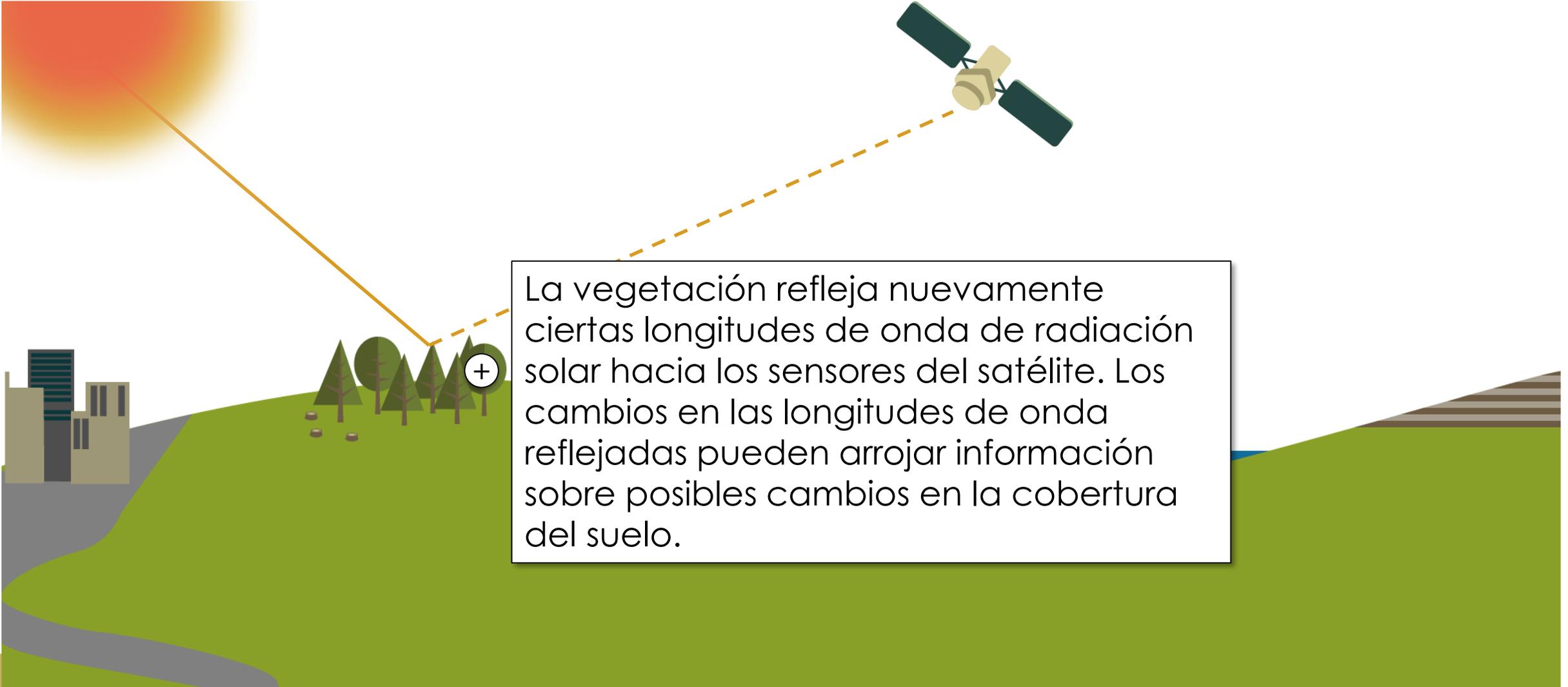
## 4. Registro de energía por el sensor



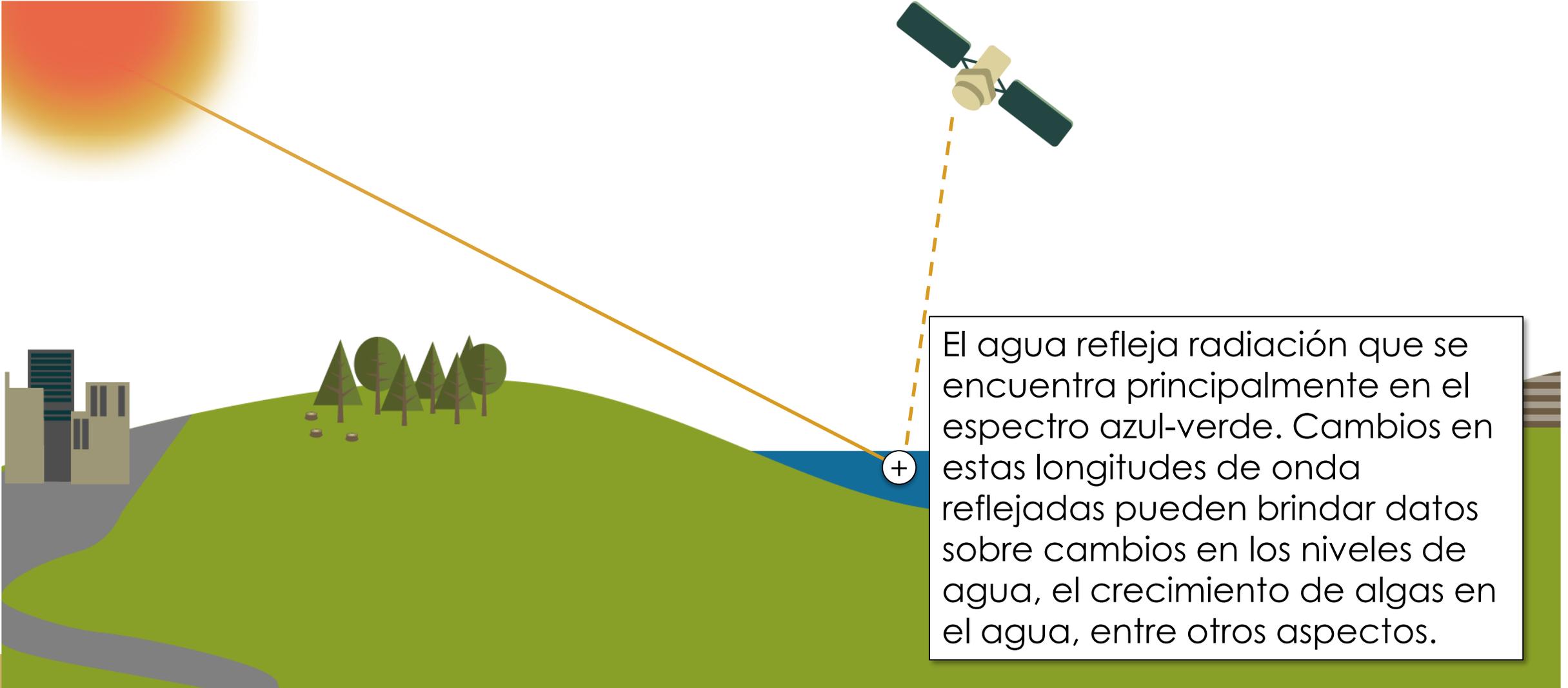
## 4. Registro de energía por el sensor



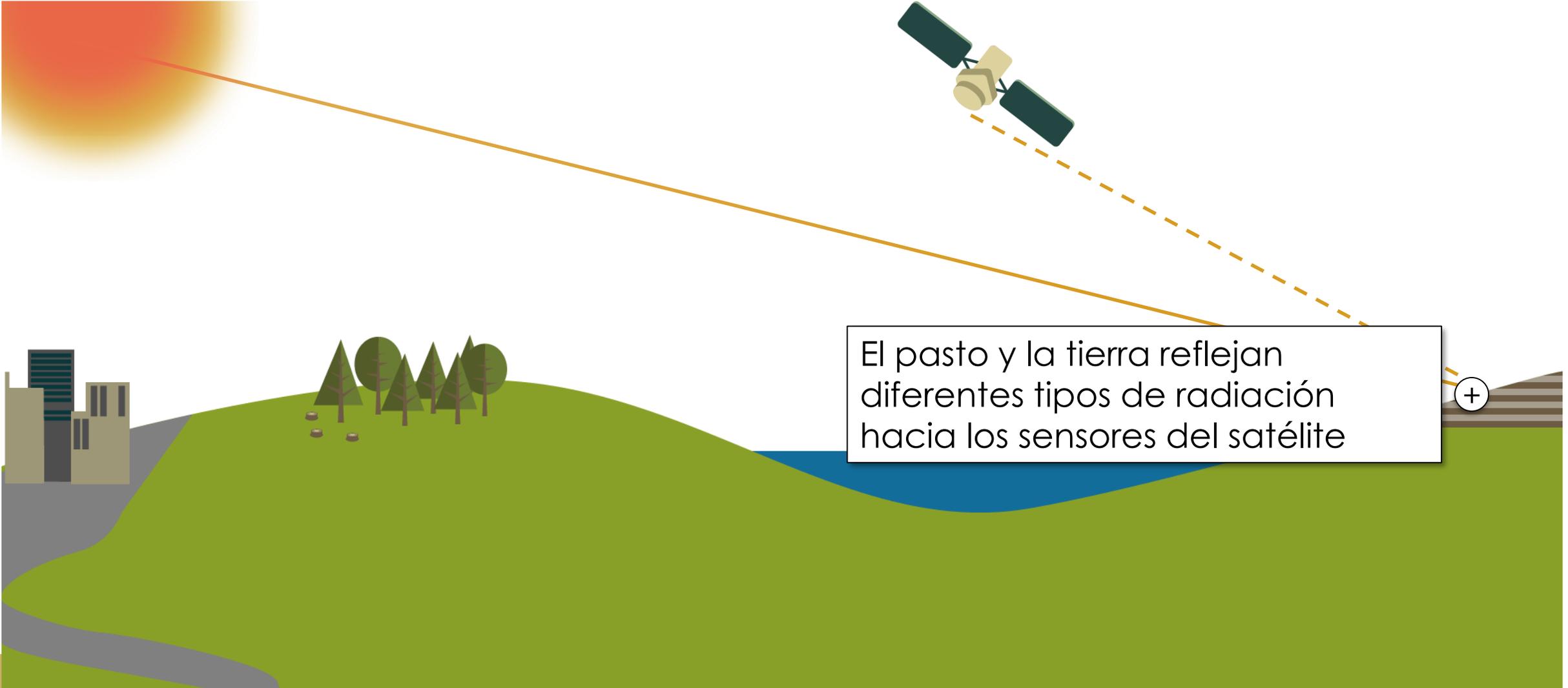
## 4. Registro de energía por el sensor



## 4. Registro de energía por el sensor



## 4. Registro de energía por el sensor

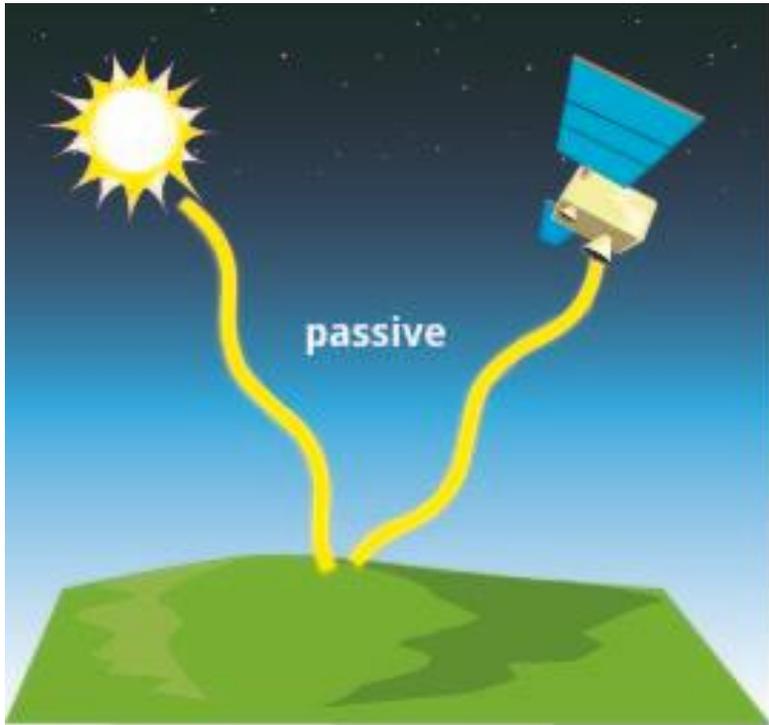


# Sentinel-2B



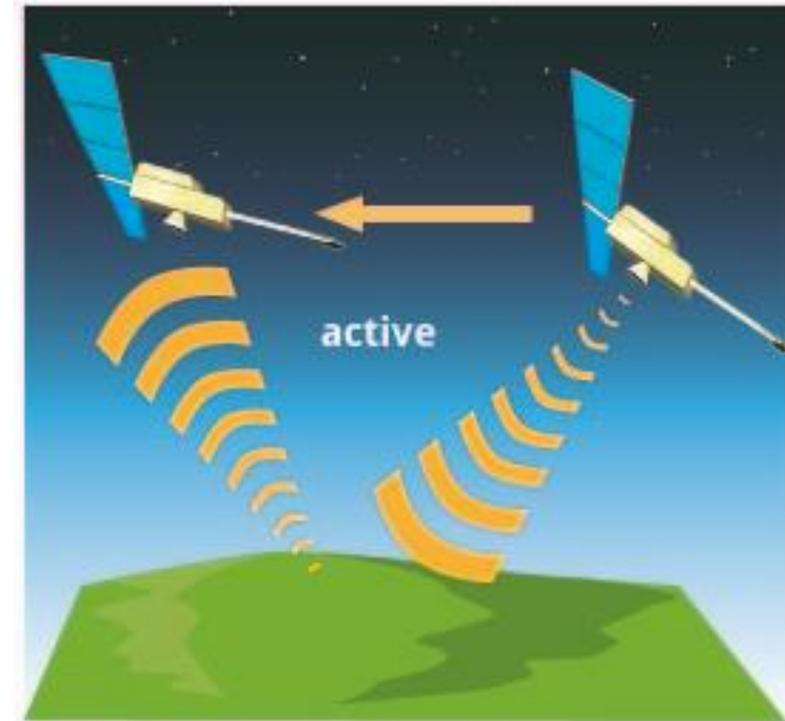
# Tipos de teledetección

**Pasiva:** la fuente de energía es el Sol o la Tierra/atmósfera



Departamento de Geografía, Universidad de Bonn

**Activa:** la fuente de energía es parte del sistema de sensores remotos



Departamento de Geografía, Universidad de Bonn

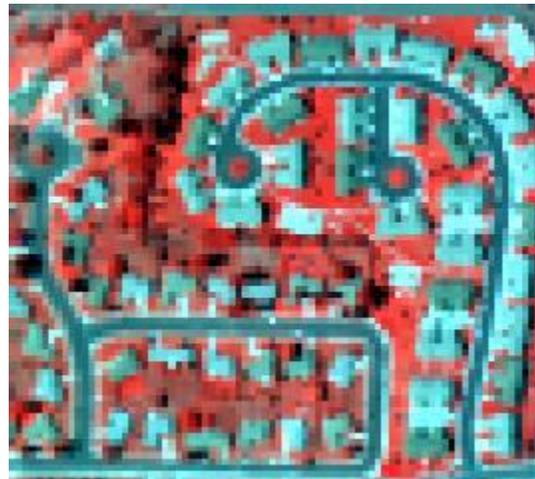
# Tipos de resolución

## La resolución espacial

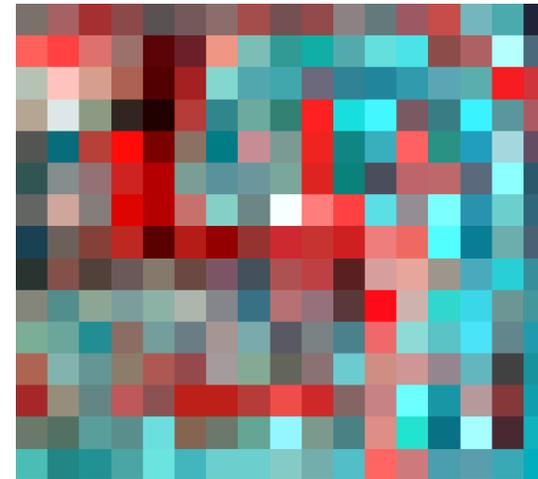
- La resolución espacial corresponde al tamaño de los píxeles que componen la imagen obtenida por teledetección
- Se considera que las imágenes con píxeles más pequeños tienen una resolución espacial más alta, lo cual produce vistas más claras, mientras que las imágenes con píxeles más grandes tienen una resolución espacial más baja.



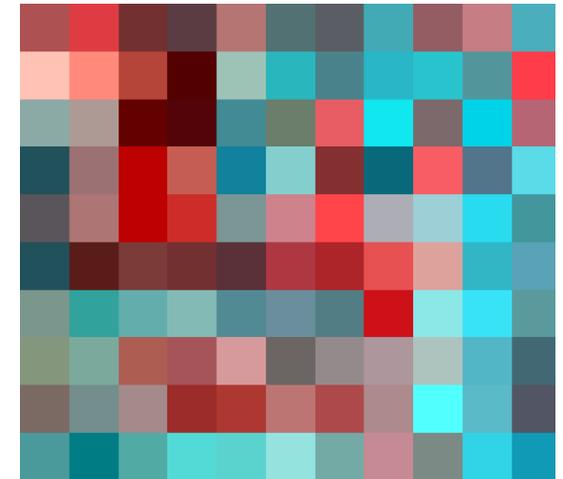
1 x 1 m



4 x 4 m



20 x 20 m  
(SPOT)

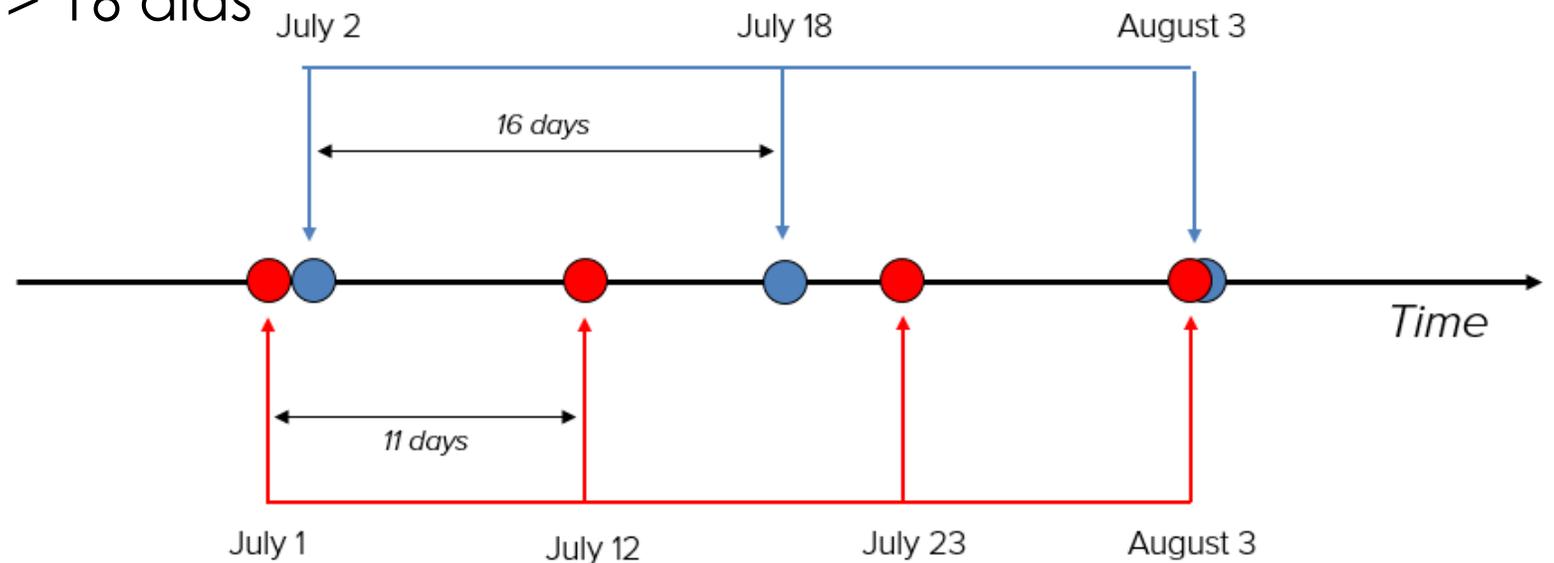


30 x 30 m  
(Landsat TM)

# Tipos de resolución

## La resolución temporal

- La frecuencia con la que las imágenes se registran/capturan en un lugar determinado de la Tierra
- Cuanto más frecuentemente se capturen, se considera mejor o más fina la resolución temporal.
  - **Resolución temporal alta:** < 24 horas - 3 días
  - **Resolución temporal media:** 4 - 16 días
  - **Resolución temporal baja:** > 16 días



# Resolución de satélites en órbita

Satélite	Resolución espacial	Resolución temporal
Landsat 8	30m	16 días
MODIS (Terra + Aqua)	250m, 500m, 1000m	1 – 2 días
VIIRS	375-m	12 horas
AVHRR	1100m	<1 día
Sentinel-2	10m, 20, 60m	5 días
Ikonos	0.8m, 3.2m	< 3 días
SPOT-7	1.5m, 6m	Tan baja como 1 día

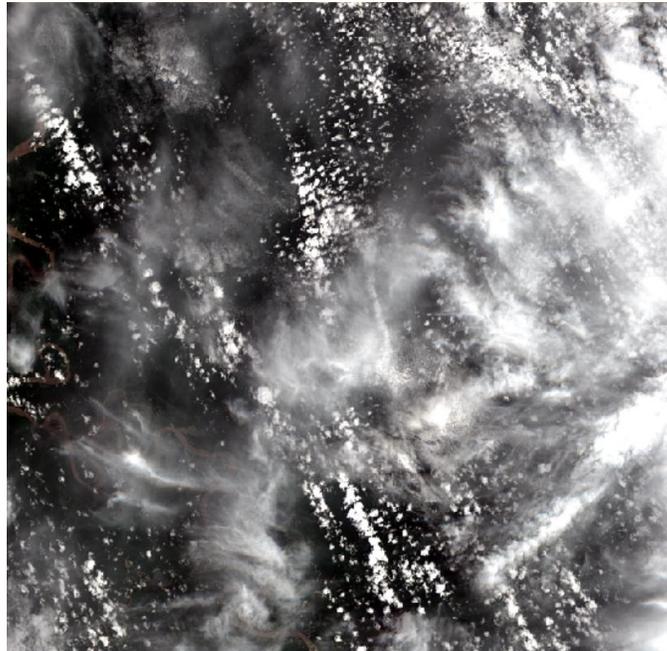
# La elección de la resolución

- Las resoluciones son el factor limitante en el uso de los datos provenientes de la teledetección
- Una resolución espacial alta suele ir acompañada de una resolución temporal baja y viceversa
- Por ejemplo, Landsat 8 tiene una resolución espacial de 30 m y una resolución temporal de 16 días, mientras que MODIS tiene una resolución espacial de 250 m a 1 km y una resolución temporal de 1 a 2 días
- Afortunadamente, con las tecnologías emergentes, ya no es tan problemático tener que hallar un equilibrio entre las resoluciones espacial y temporal



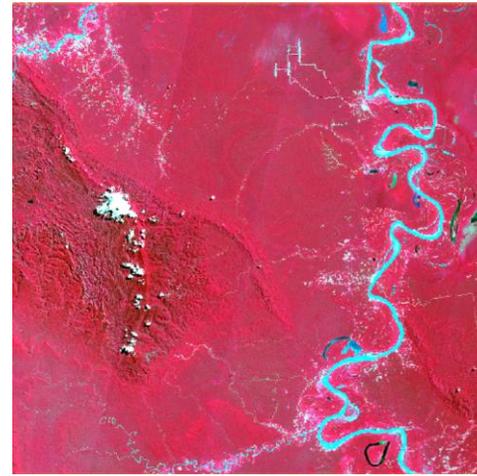
# La elección de la resolución

- Es importante elegir las resoluciones más útiles para su proyecto específico
- Las resoluciones espaciales altas son útiles para áreas de estudio pequeñas o para examinar un área detalladamente
- Las resoluciones temporales altas son útiles en entornos dinámicos que cambian frecuentemente y áreas con altos niveles de cobertura de nubes



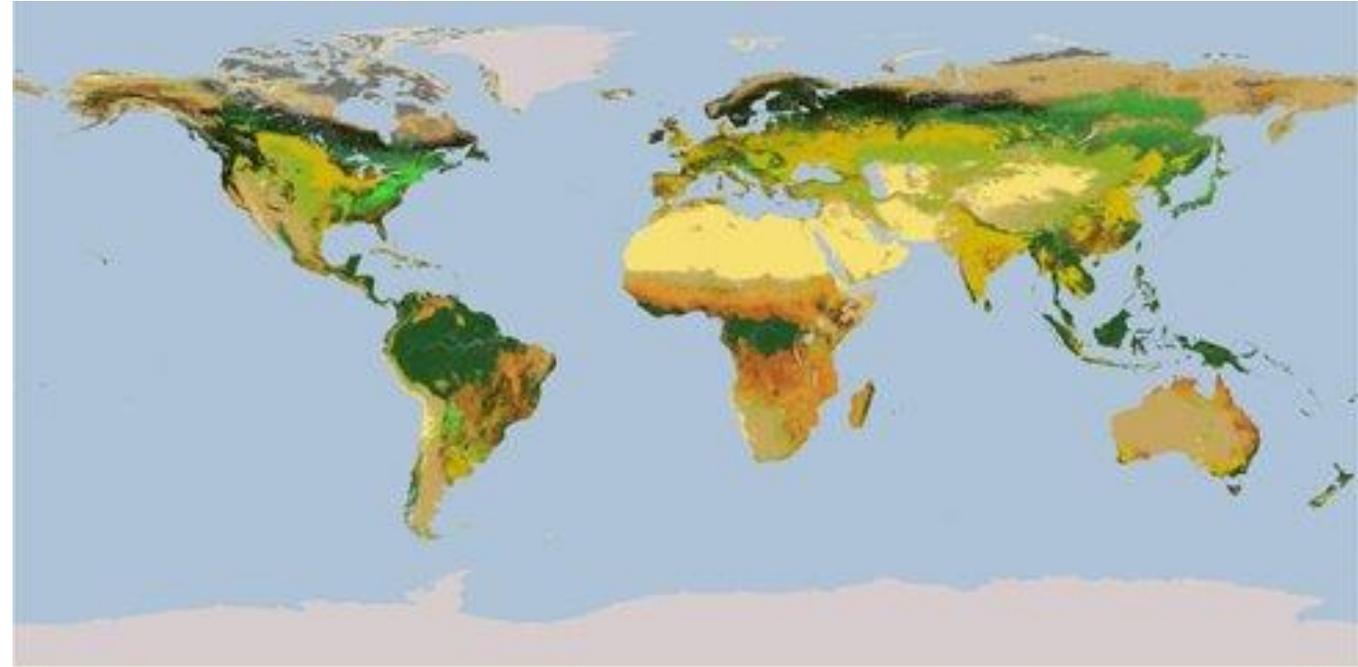
# La interpretación de la teledetección

- Los datos provenientes de la teledetección se presentan en varias imágenes; cada una representa un rango (o banda) de longitudes de onda diferente.
- Los valores de los píxeles de las imágenes representan la intensidad de la energía de la fuente
- Se pueden apilar y visualizar imágenes de diferentes bandas al mismo tiempo
- La imagen de la izquierda es un verdadero compuesto de color (los colores de la imagen corresponden a los colores del mundo real que verían nuestros ojos) y se genera apilando las bandas roja, verde y azul.
- La imagen de la derecha es un falso compuesto de color (los colores de la imagen no corresponden a los del mundo real) y se genera apilando las bandas infrarroja cercana, roja y verde.



# La clasificación

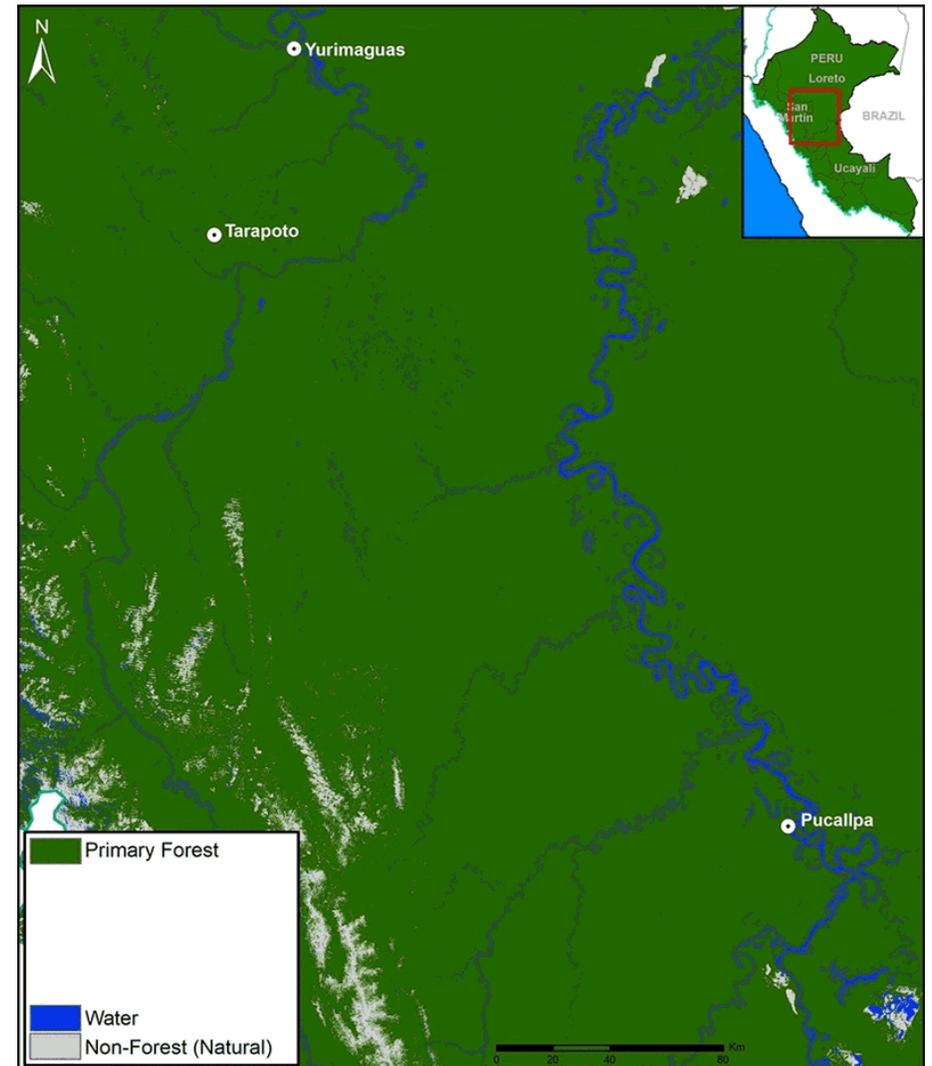
- Las imágenes se pueden clasificar en grupos de valores de píxel similares
- Estos grupos pueden representar diferentes tipos de cobertura del suelo o fenómenos en la superficie terrestre



Clasificación mundial de la cobertura del suelo de la NASA

# Las aplicaciones de la clasificación

- Series temporales de imágenes clasificadas pueden evidenciar cambios en el paisaje de manera eficaz, como ocurre en el caso de la deforestación



GIF del MAAP que muestra la clasificación de la deforestación en la Amazonía peruana central

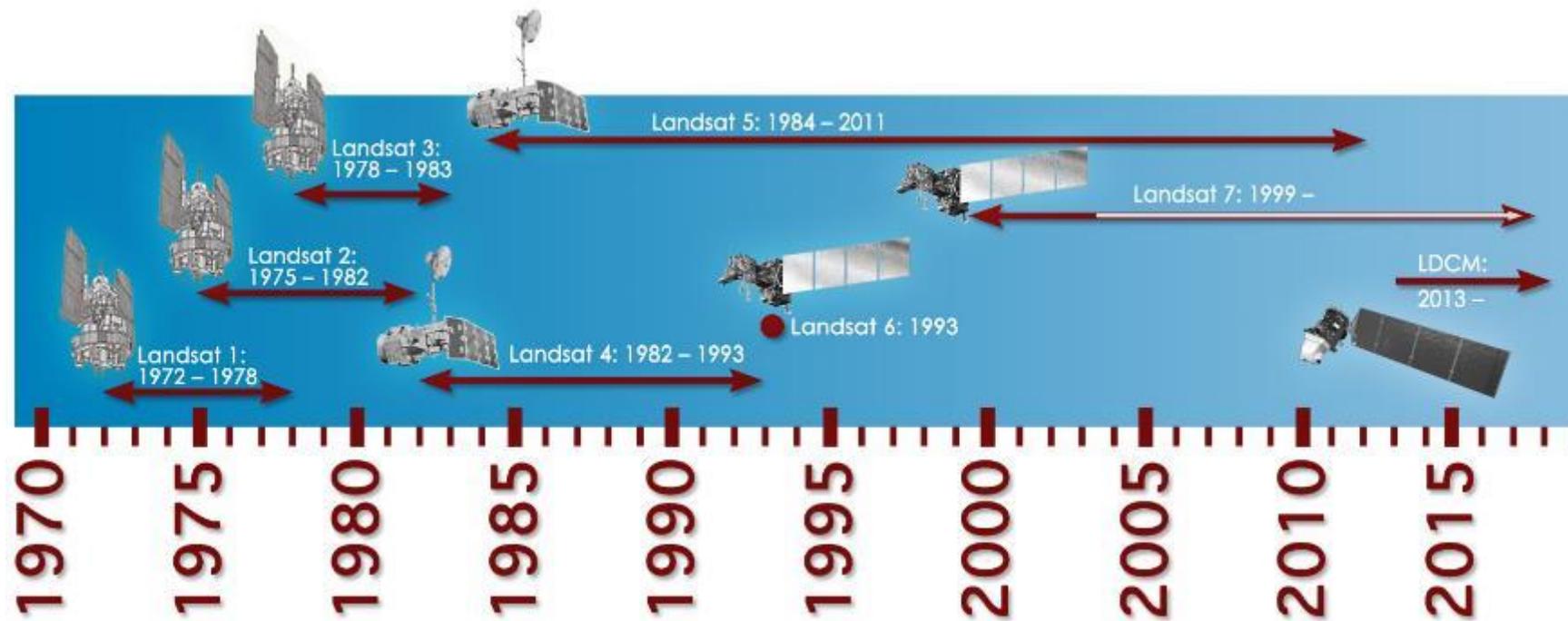
# El monitoreo forestal



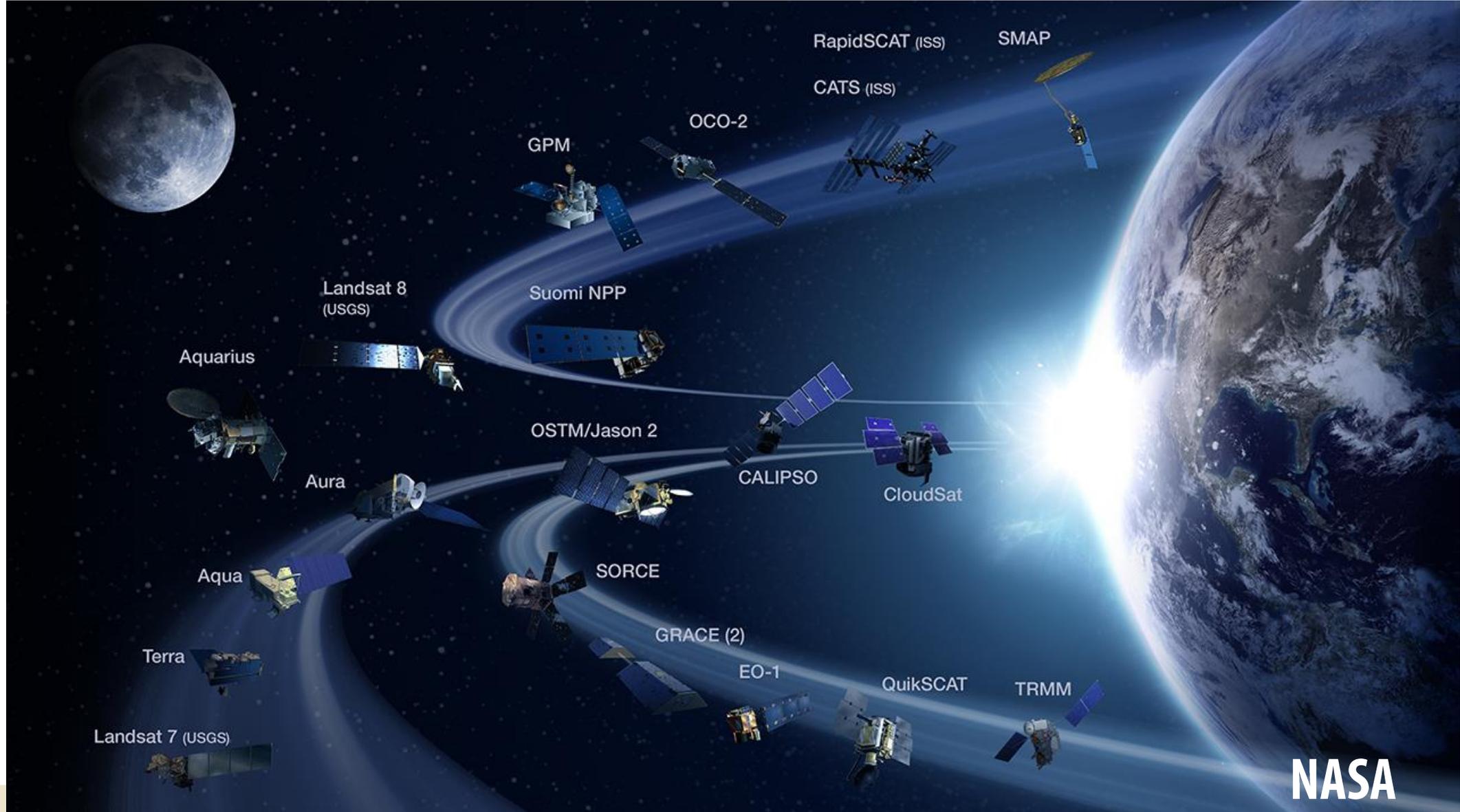


# Tecnologías de Teledetección actuales y en desarrollo

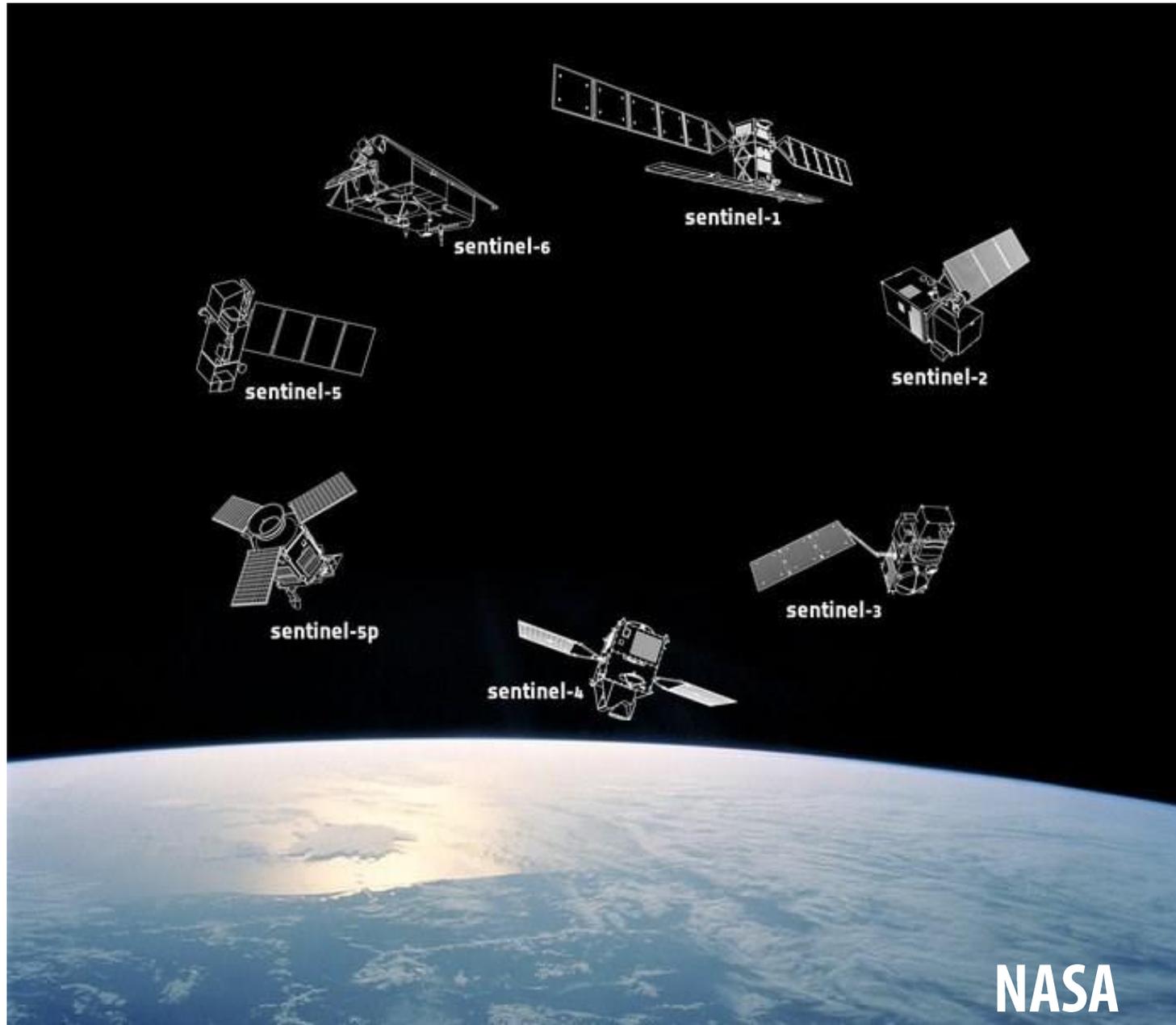
# Historia de la plataforma Landsat



# Constelación actual de satélites de la NASA (Agencia Espacial Norteamericana)

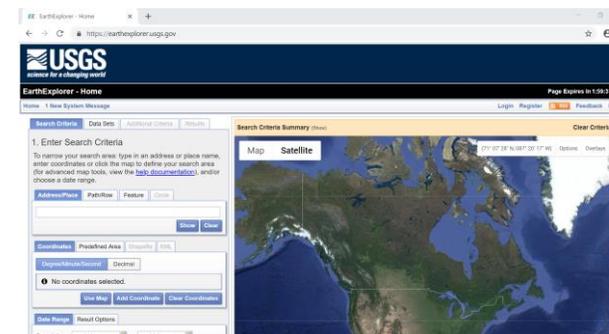


# Misión Sentinel de la ESA (Agencia espacial Europea)

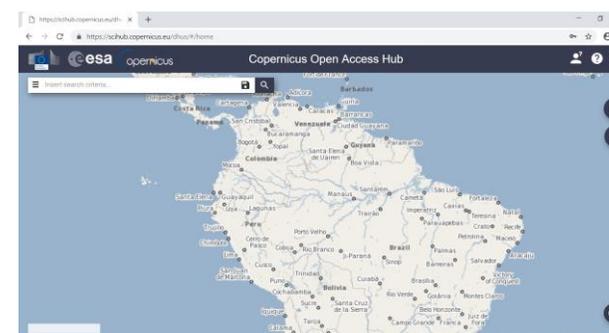


# Portales de datos

- Earth Explorer del USGS – Landsat, Sentinel, MODIS, etc.
  - <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Sentinel Hub de la ESA – Sentinel-1, 2, 3 and 5P
  - <https://scihub.copernicus.eu/>
- FIRMS – datos mundiales sobre incendios
  - <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>
- University of Maryland – Datos globales de cambios en cobertura de bosque (producido por Hansen et al 2013)
  - [https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download\\_v1.2.html](https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.2.html)



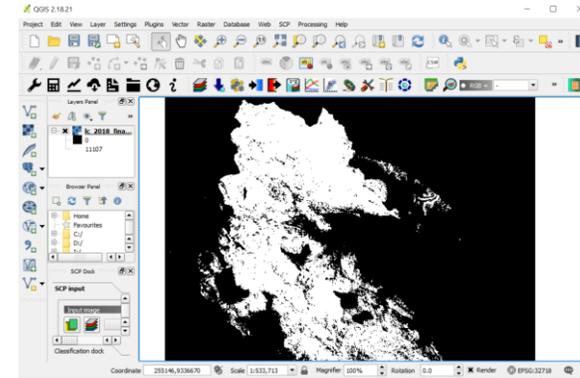
Earth Explorer



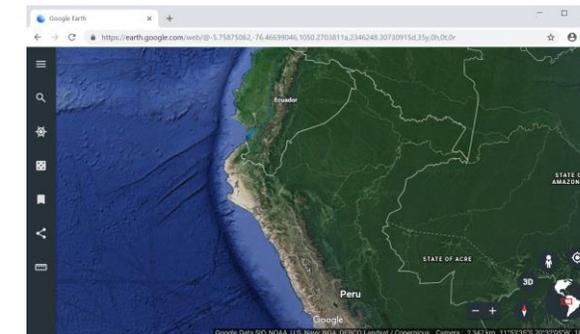
Sentinel Data Hub

# Software de código abierto/Herramientas para el análisis de imágenes

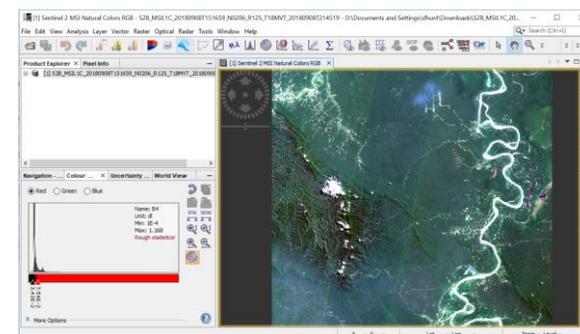
- QGIS
  - <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- Google Earth – visualizaciones
  - <https://earth.google.com/web/>
- SNAP – para datos e imágenes de radar de la ESA
  - <http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>
- Aplicación de Landsat Explorer
  - <http://landsatexplorer.esri.com/>
- Capacitación avanzada de ARSET (*Capacitación de teledetección aplicada*)
  - <https://arset.gsfc.nasa.gov/>



QGIS



Google Earth



SNAP



Teledetección con drones

# Introducción a los drones

- Los drones constituyen una herramienta adicional para recopilar y visualizar imágenes de alta resolución
- Son relativamente baratos (desde tan sólo \$1,000) y fáciles de desplegar
- Dos de los principales tipos de drones son los multirrotores y los de ala fija
- Los multirrotores brindan mayor control y son capaces de realizar misiones más complejas
- Los de ala fija ofrecen un tiempo de vuelo mayor y un rango más amplio
- Avances recientes en la tecnología de drones han disminuido el costo de los sensores en las aeronaves y del software de tratamiento de imágenes obtenidas a partir de drones



# Sistema de alerta de deforestación con aeronaves pilotadas a distancia (Drones)



# ¿Qué necesitamos para el proceso de monitoreo?

- Detectar deforestación y tala selectiva
- Generar rápidas respuestas para proteger áreas de interés
- Útil en áreas con presencia permanente de nubes



# Ventajas principales

- Bajos costos a mediano y largo plazo.
- Uso en el tiempo y con la frecuencia que se requiera.
- No hay inconvenientes por presencia de nubosidad.
- Genera resultados de alta precisión y alta resolución espacial de imágenes.

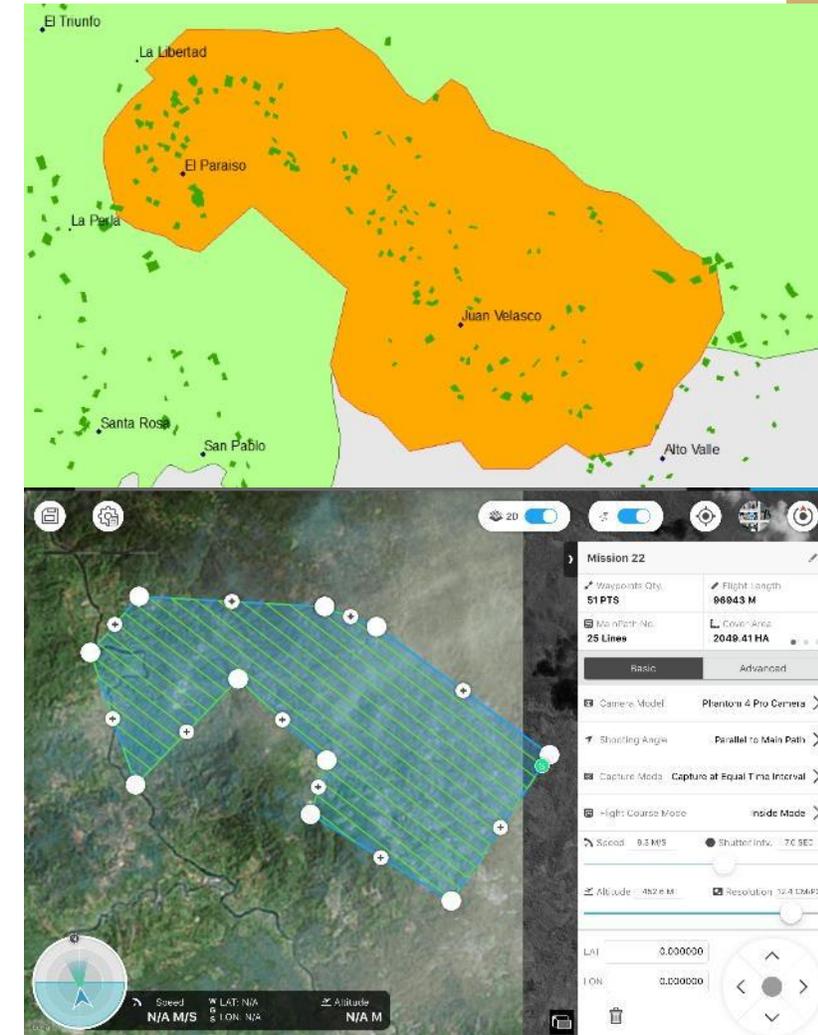
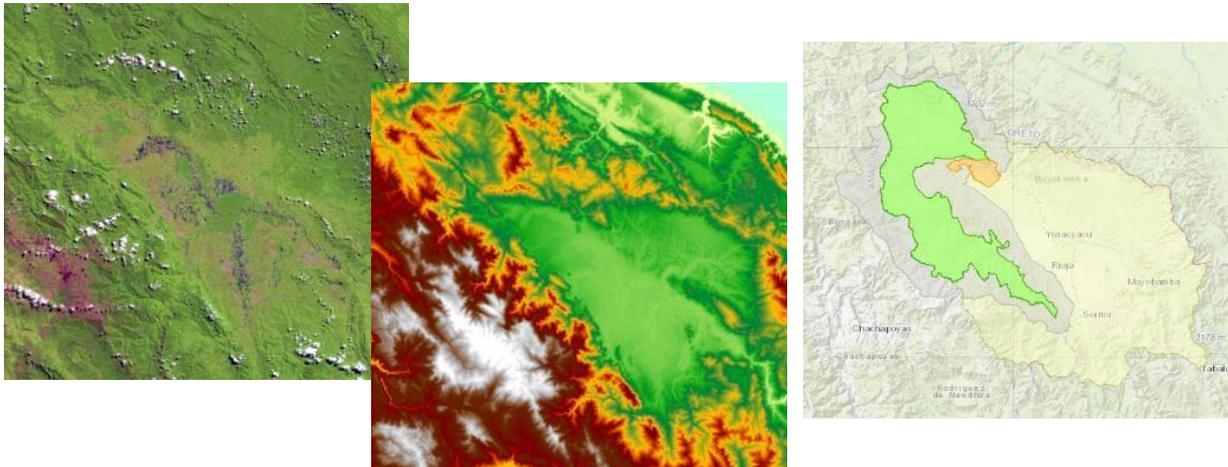


# ¿Cómo funciona el sistema?

## 1. Planificación de la misión de vuelo

- Definición de planificador de vuelo
- Ubicación del área de estudio
- Geoprocesamiento con ArcToolbox (Cuencas visuales, reclasificación ráster, cálculos de distancia, análisis vectorial, etc).
- Cálculo y configuración de los parámetros de vuelo

(Traslape longitudinal, traslape lateral, altura de vuelo, velocidad horizontal, intervalo de tiempo entre capturas)



# ¿Cómo funciona el sistema? (Sobrevuelo)

2. El dron es enviado para verificación de primeras alertas.



3. Registramos puntos de despegue mediante SURVEY123.

Bitácora uso RPAS

Responsable de sobrevuelo \*

Código \*

Seleccione RPAS \*

Fecha sobrevuelo \*  
lunes, 16 de abril de 2018

Motivo de sobrevuelo \*

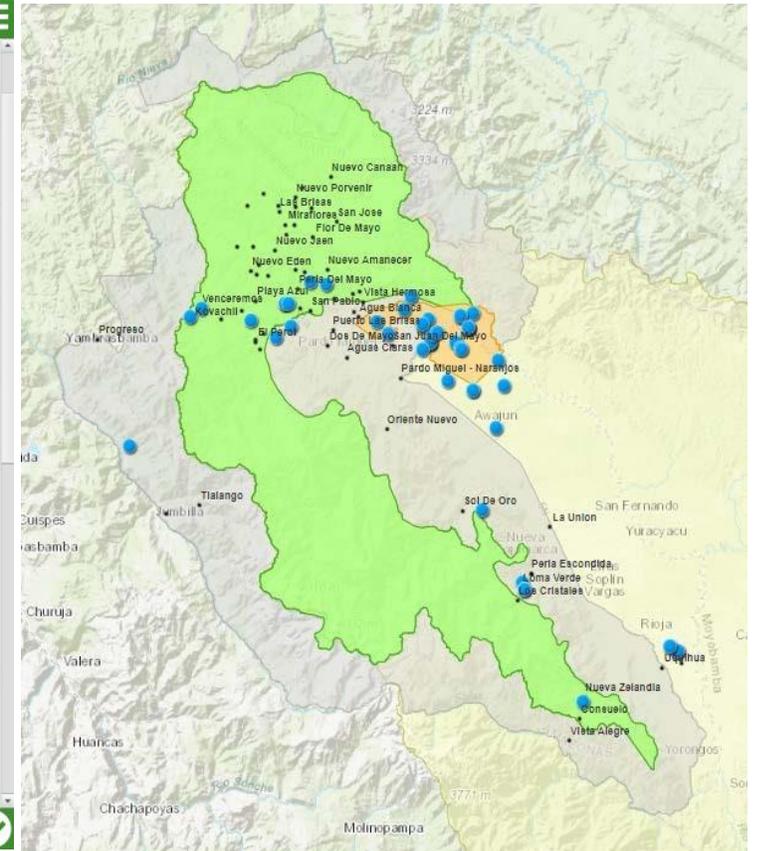
Ubicación

No Location  
Position source closed error

Press to capture location using a map

▼ Datos del vuelo

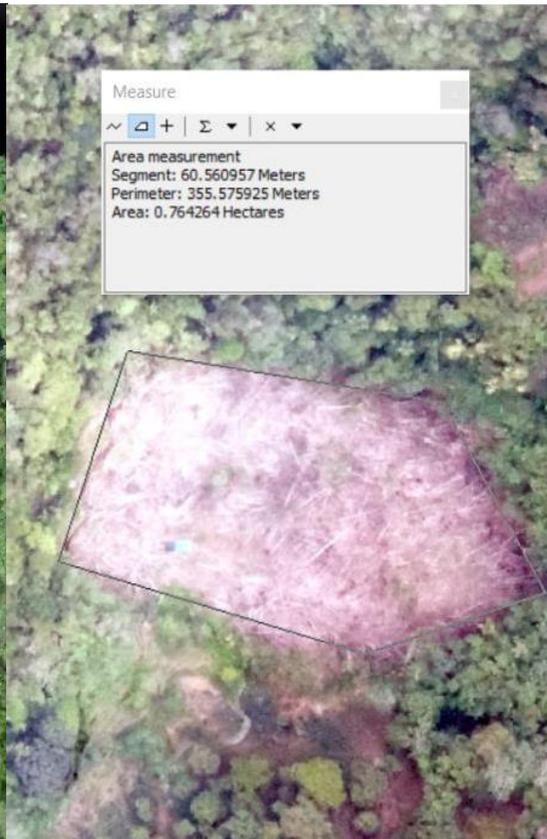
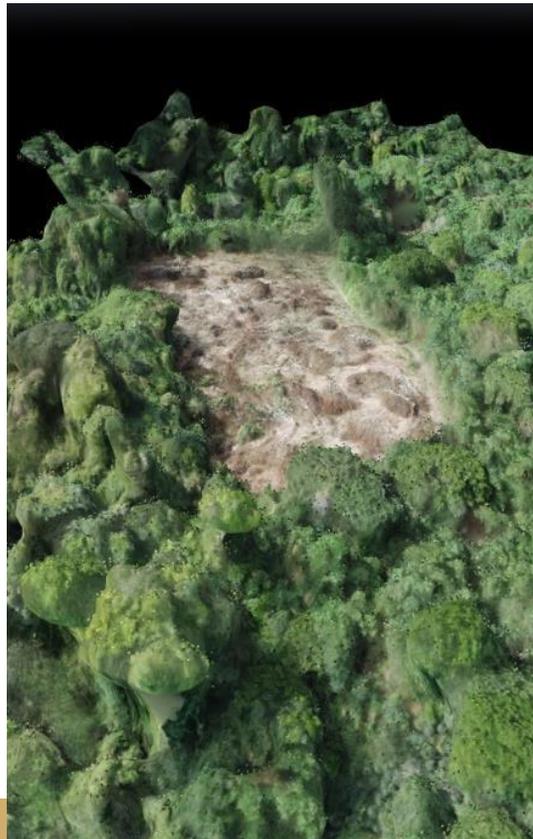
Tiempo de vuelo (minutos) \*



<https://survey123.arcgis.com/share/fad0a26486ed45d085b9352cdfb69450>

# ¿Cómo funciona el sistema?

4. Las imágenes capturadas por el dron son analizadas y procesadas.



Measure  
~ [ ] + | Σ ▾ | x ▾  
Area measurement  
Segment: 60.560957 Meters  
Perimeter: 355.575925 Meters  
Area: 0.764264 Hectares

5. Las detecciones son registradas con SURVEY123 para un posterior análisis, visualización y toma de decisiones.

Formulario de Alerta Temprana BPAM

Descripción de detección \*

- Deforestación
- Degradación de sotobosque (Zocaleo)
- Quema de vegetación
- Madera aserrada
- Árbol caído
- Deslizamiento
- Apertura de carretera
- Otro

Fecha de la detección

Date ▾

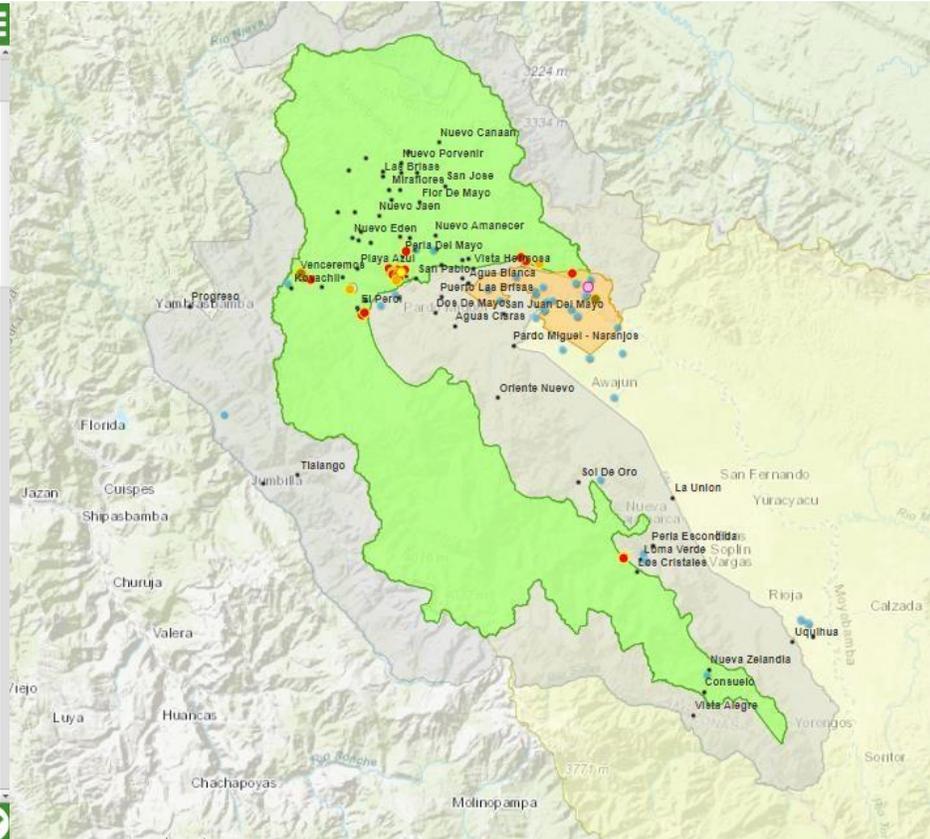
Área (ha)

Imagen de la detección

Ubicación \*

No Location

Press to capture location using a map



# Resultado: Publicación

## 6. Las imágenes capturadas por el dron son analizadas y procesadas y publicadas usando ArcGIS online

**CONSERVATION INTERNATIONAL** Sistema de alertas de deforestación Bosque de Protección Alto Mayo Ficha de registro de alertas Ficha de registro de bitácora

Buscar dirección o lugar

**Editor de atributos por lotes**

Usa una de las siguientes herramientas para crear un conjunto seleccionado de entidades para actualizar. Si la fila está **resaltada**, se ha sobrepasado el número máximo de registros.

<input checked="" type="checkbox"/>	#	Nombre de la capa
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Alertas atendidas y no atend...

**Editor de atributos por lotes**

Descripción de detección: Deforestación

No Bosque según: [ ]

Tipo de cobertura vegetal (Según validación en campo): [ Bosque primario | Bosque secundario | Cultivo | Otro (Indicar) ]

Estado de la alerta: [ ]

Acciones realizadas post detección: [ ]

Notas adicionales: [ ]

**Guardar**

**Leyenda**

Alertas según tipo detección

- Deforestación
- Degradación de sotobosque (Zocaleo)
- Madera aserrada
- Apertura de carretera
- Quema de vegetación

Cuenca Alto Mayo

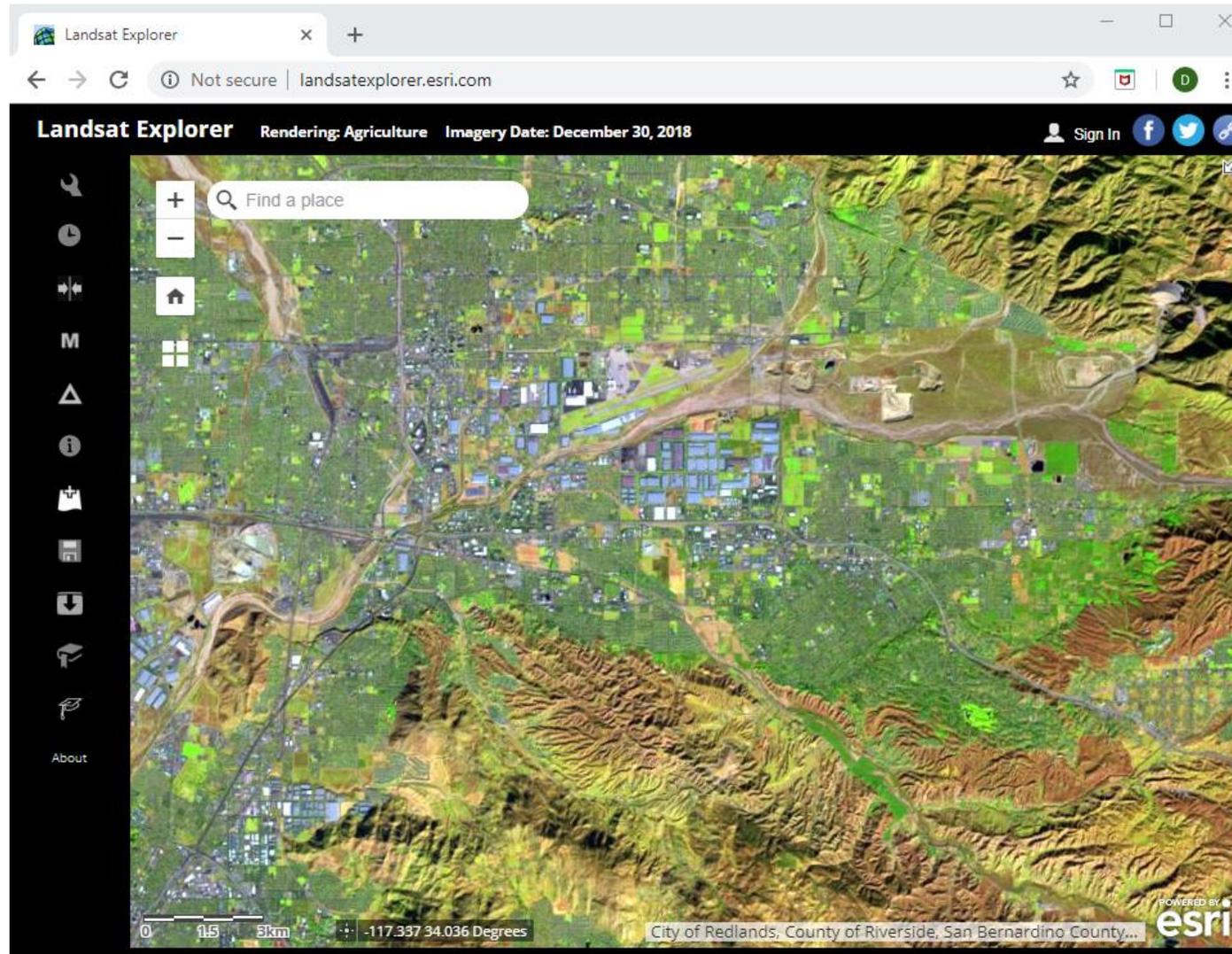
# Resultado: Participación con guardaparques y la población

- Patrullajes especiales
- Investigación y denuncia a infractores
- Ubicación de áreas intervenidas con mayor facilidad
- Mayor vigilancia del área
- Reducción de deforestación y otras actividades ilícitas



# Aplicación Landsat Explorer

<http://landsatexplorer.esri.com/>



# Demostración de la aplicación Landsat Explorer

- Navegue a Limoncocha, Shushufindi, Ecuador y revise diferentes fechas para visualizar niveles distintos de cobertura de nubes. Pruebe con el 10% de cobertura de nubes y compare el 28/10/2016 y el 2/9/2013.
- Experimente con diferentes representaciones, particularmente el color natural, el infrarrojo a color y el índice de vegetación. Utilice la opción “*custom bands*” (“bandas personalizadas”) para cambiar las combinaciones de bandas. Seleccione el ícono de deslizamiento (*swipe icon*) para comparar los datos de teledetección con el mapa base.
- Haga clic en el selector de fecha (*time selector*), navegue al 25/5/2009 y seleccione “*Set current as secondary layer*” (“Establecer la imagen actual como capa secundaria”). Luego mueva el control deslizante al 2/9/2013 para establecer la fecha de comparación. Haga clic en el ícono de detección de cambios (*change detection*) para visualizar el cambio en el índice de vegetación entre estas dos fechas.

# Resumen de la sesión 2

- Definición de la observación de la Tierra y la teledetección
- Los usos y la importancia de la observación de la Tierra y la teledetección
- Los principios de la teledetección por satélite y análisis de datos
- La teledetección con drones y sus usos emergentes
- Introducción a Landsat Explorer y demostración

## Tarea #2

- Esta tarea ayuda a los participantes a familiarizarse con la aplicación web de teledetección Landsat Explorer
  - Las tareas incluyen explorar combinaciones de bandas, explorar características espectrales, enmascaramiento y detección de cambios
- Esta tarea se encuentra en la sección de materiales (handout section) y en la página web de materiales
- Todas las instrucciones para completar esta tarea se pueden encontrar en el documento de tareas
- Complete esta tarea al comienzo de la sesión del seminario web de la próxima semana

# Sesión 3: Aplicaciones para la toma de decisiones en torno a la gestión sostenible de la tierra y sistemas de aviso y alerta temprana



## ¿Qué veremos en la próxima sesión?

- El uso de datos en tiempo casi real para monitorear el cambio mundial
- Exposición de las cinco aplicaciones principales de sistemas de alerta temprana
- Introducción a aplicaciones importantes basadas en la web y móviles