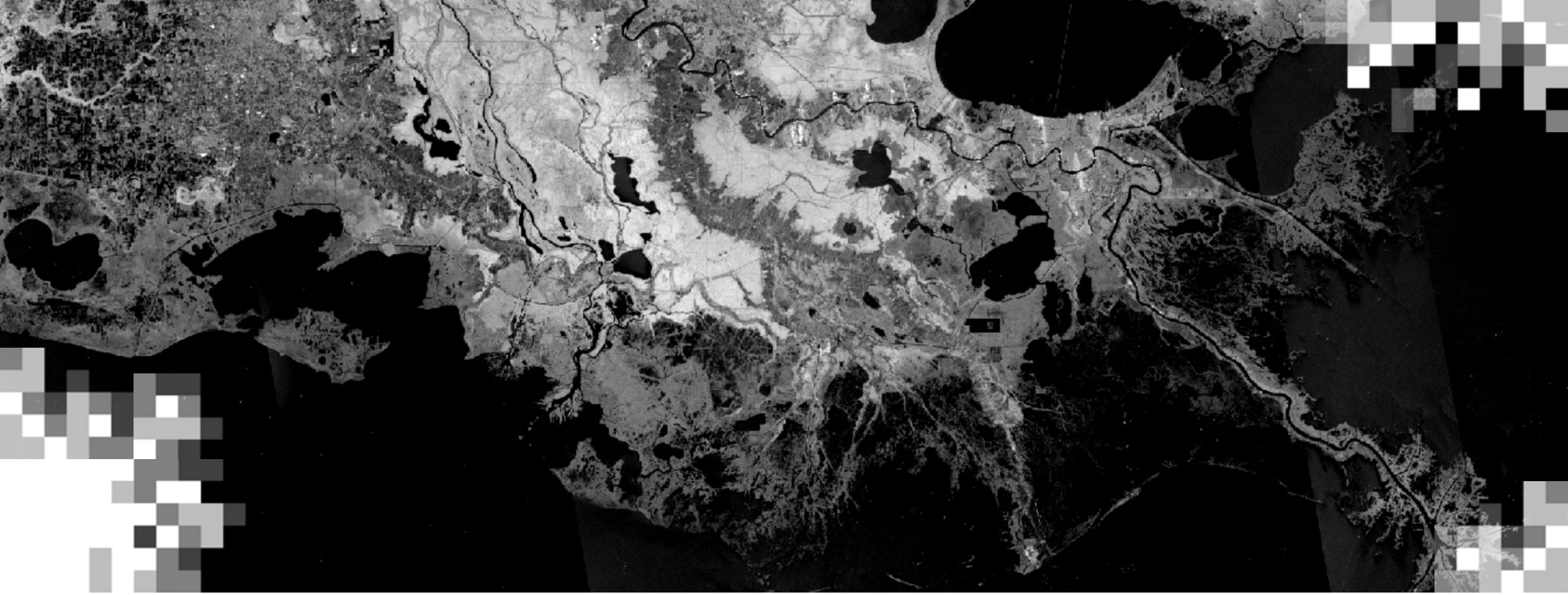


Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus Aplicaciones

Sesión 1: Introducción al Radar de Apertura Sintética

Erika Podest, Ph.D. (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

6 de noviembre 2024



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 están personalizadas para audiencias con diferentes niveles de experiencia.



AGRICULTURA



CLIMA Y RESILIENCIA



DESASTRES



CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

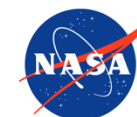


SALUD Y CALIDAD DEL AIRE



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



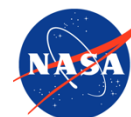
CAPACITY BUILDING



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.

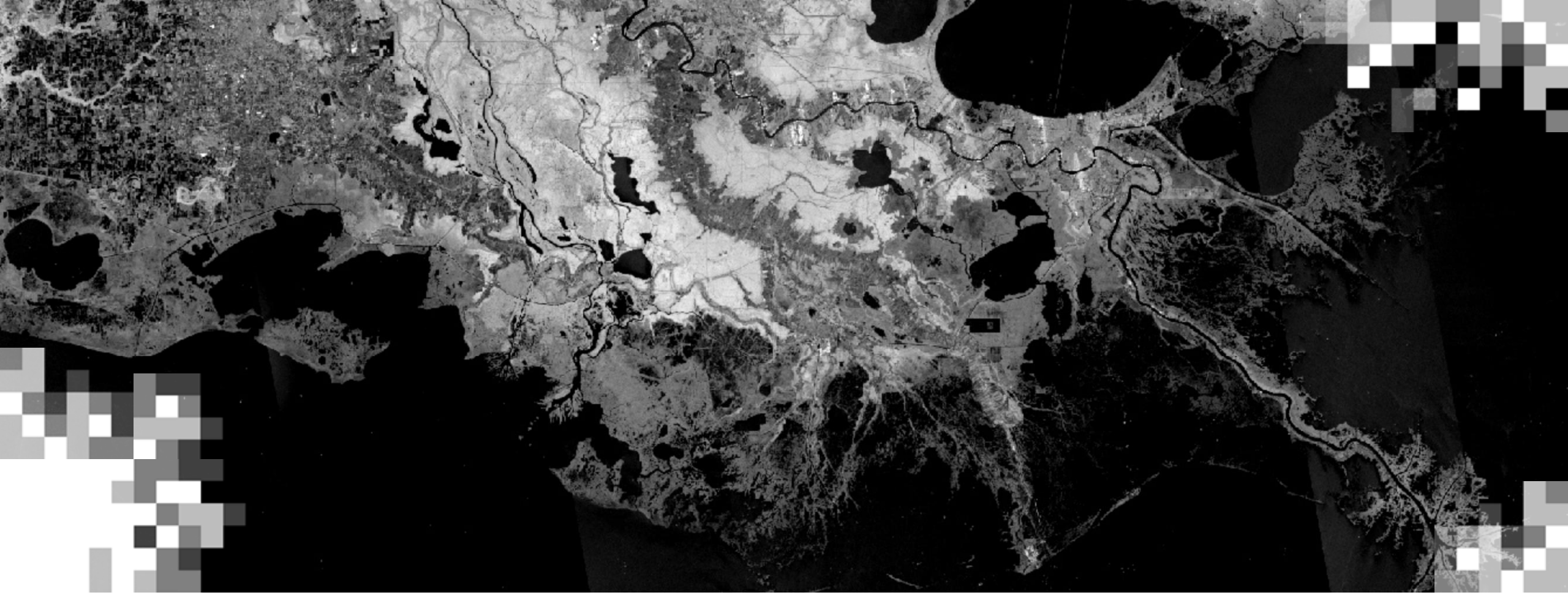


EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



CAPACITY BUILDING





Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus
Aplicaciones
Resumen General

Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Introducción al
Radar de Apertura
Sintética (SAR)

6 de noviembre de 2024

11:30 am - 01:30 pm
EST (UTC-5:00)

Sesión 2

Introducción al
SAR
Interferométrico
(InSAR)

13 de noviembre de 2024

11:30 am - 01:30 pm EST
(UTC-5:00)

Sesión 3

Resumen General
de Fuentes de
Datos y
Herramientas SAR

20 de noviembre de 2024

11:30 am - 01:30 pm
EST (UTC-5:00)

Tarea

Abre el 20 de noviembre – Fecha límite: 4 de diciembre – Se publicará en la pagina 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 a la fecha estipulada.



Prerrequisitos

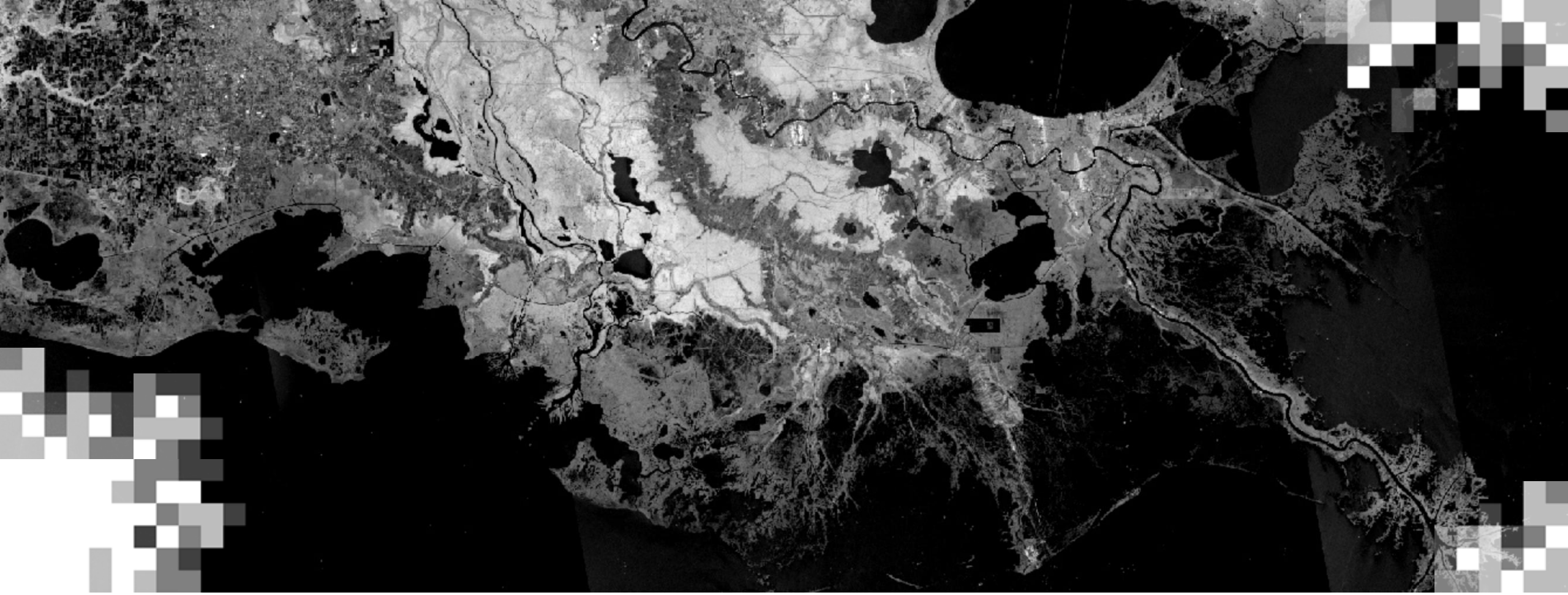
- [Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)

Objetivos de Aprendizaje para Esta Capacitación

Al final de esta capacitación, los participantes podrán:

1. Identificar las características básicas y la funcionalidad del radar de apertura sintética (SAR, por sus siglas en inglés).
2. Evaluar las características de los sensores SAR para abordar diferentes preguntas científicas y áreas de aplicación.
3. Interpretar la información en las imágenes SAR para distinguir diferentes características en la superficie (por ejemplo, vegetación, agua, inundación) detectadas por el sensor.
4. Describir como crear un interferograma mediante SAR interferométrico (InSAR).
5. Interpretar un interferograma para medir la deformación de la superficie y pequeños movimientos.
6. Comparar y contrastar las capacidades de los datos SAR históricos, actuales y futuros.
7. Acceder y visualizar los datos SAR para una ubicación y tiempo determinados.





Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus
Aplicaciones

Sesión 1: Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR)

Sesión 1 – Instructora

Erika Podest, Ph.D.

Científica

Laboratorio de Propulsión a
Chorro de la NASA



Sesión 1- Objetivos

Al final de la Sesión 1, los participantes podrán:

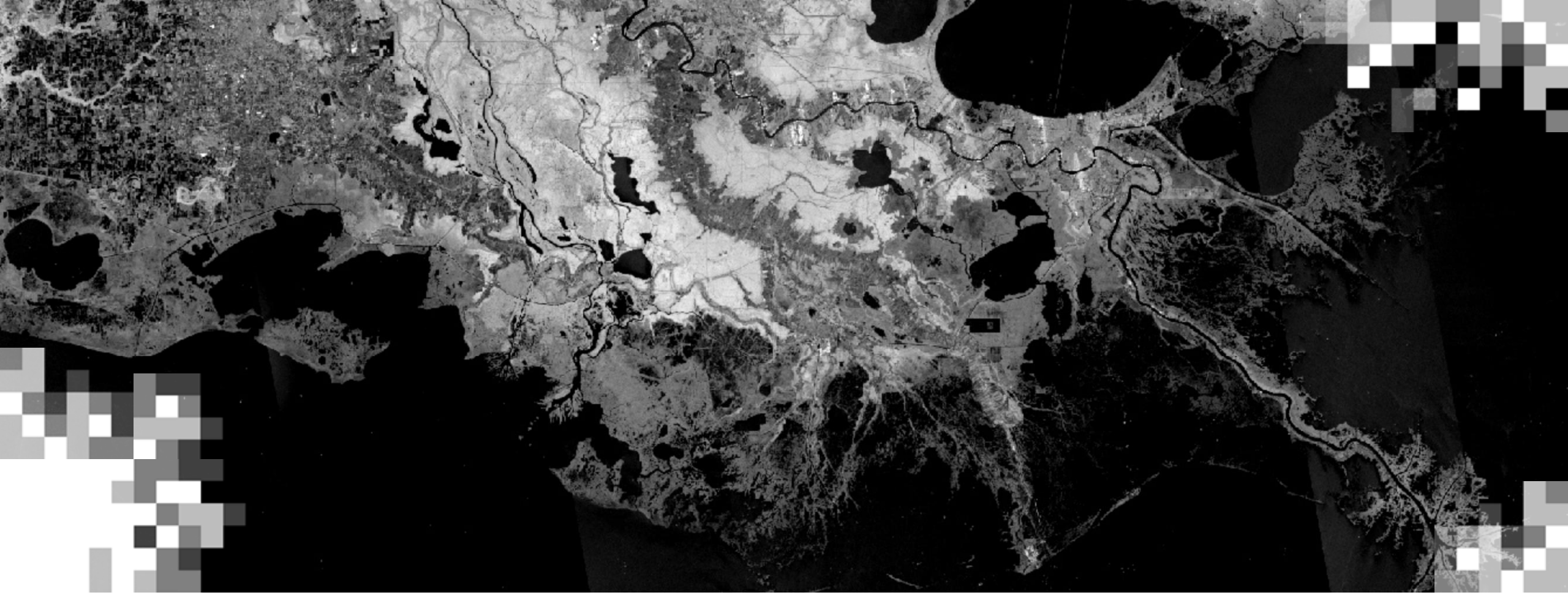
- Identificar las características de la señal de radar.
- Reconocer cómo la señal de radar interactúa con la superficie.
- Interpretar una imagen SAR para distinguir diferentes atributos en la superficie (p.ej., vegetación, agua, inundación) detectados por el sensor.
- Identificar aplicaciones donde los diferentes sensores SAR son más aplicables.



Cómo Hacer Preguntas

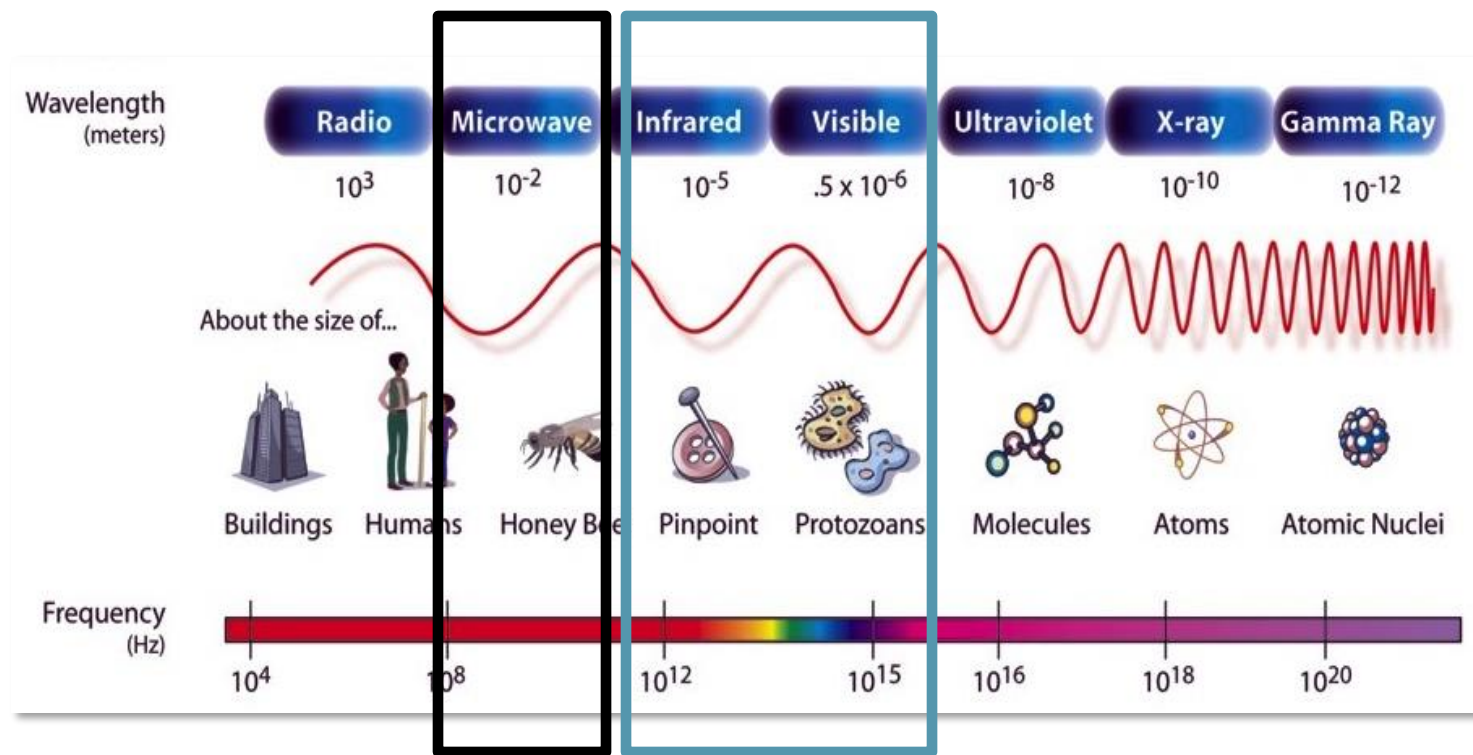
- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions” y las responderemos al final de esta sesión.
- Puede escribir sus preguntas durante la sesión. Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión de preguntas y respuestas.
- Las preguntas que no podamos responderlas en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página de esta capacitación en un par de días.





Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR): Repaso de los Prerrequisitos

El Espectro Electromagnético



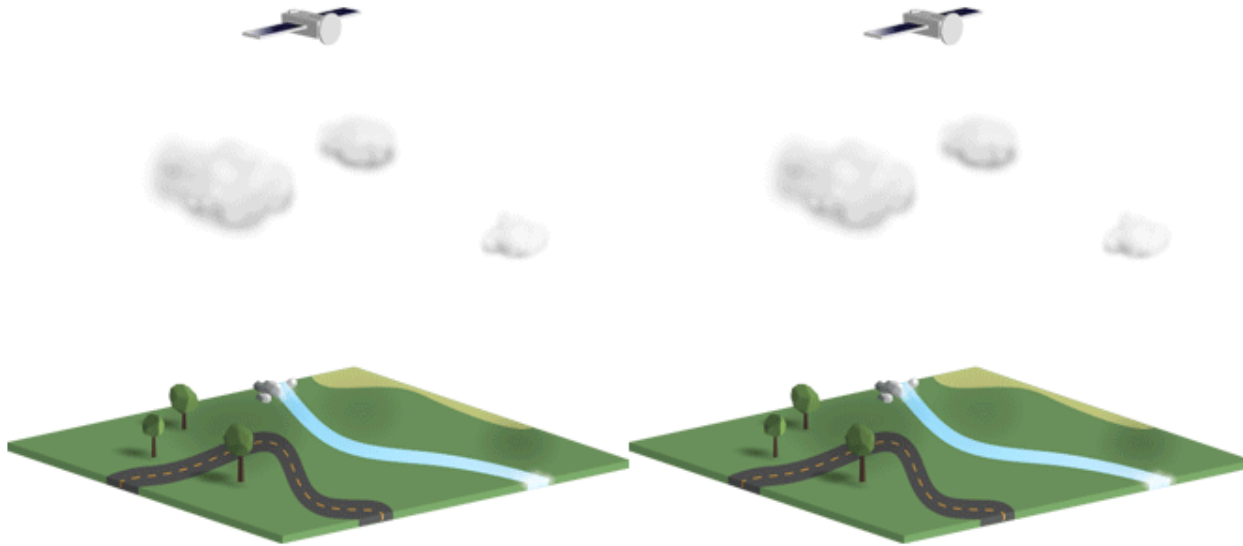
Sensores Ópticos

usan las zonas del infrarrojo al visible.

- Los sensores ópticos miden la luz del sol dispersada y funcionan durante el día solamente.
- La superficie terrestre no se puede observar con sensores visibles o infrarrojos cuando hay nubes.
- Las microondas pueden penetrar las nubes y vegetación y funcionar en condiciones diurnas o nocturnas.



Teledetección Activa y Pasiva



Pasiva: Los sensores detectan solo lo que es emitido por la superficie o reflejado de otra fuente (p.ej. luz del sol reflejada).

Activa: Los instrumentos emiten su propia señal y el sensor mide lo que se refleja de vuelta. LiDAR y radar son ejemplos de sensores activos.

Sensores Pasivos:

- La fuente de energía radiante surge de fuentes naturales
- Por ejemplo: el sol, la Tierra, otros cuerpos calientes

Sensores Activos

- Proporcionan de forma artificial su propia energía radiante como fuente de iluminación
- Por ejemplo, **Radar, Radar de Apertura Sintética (SAR), LiDAR**



Ventajas y Desventajas de la Teledetección por RADAR sobre la Teledetección Óptica

Ventajas

- Funciona bajo casi cualquier condición meteorológica
- Funciona de día o de noche
- Penetra a través del dosel de vegetación
- Penetra a través del suelo
- Los efectos atmosféricos son mínimos
- Sensible a la humedad en la superficie (propiedades dieléctricas)
- Sensible a la estructura

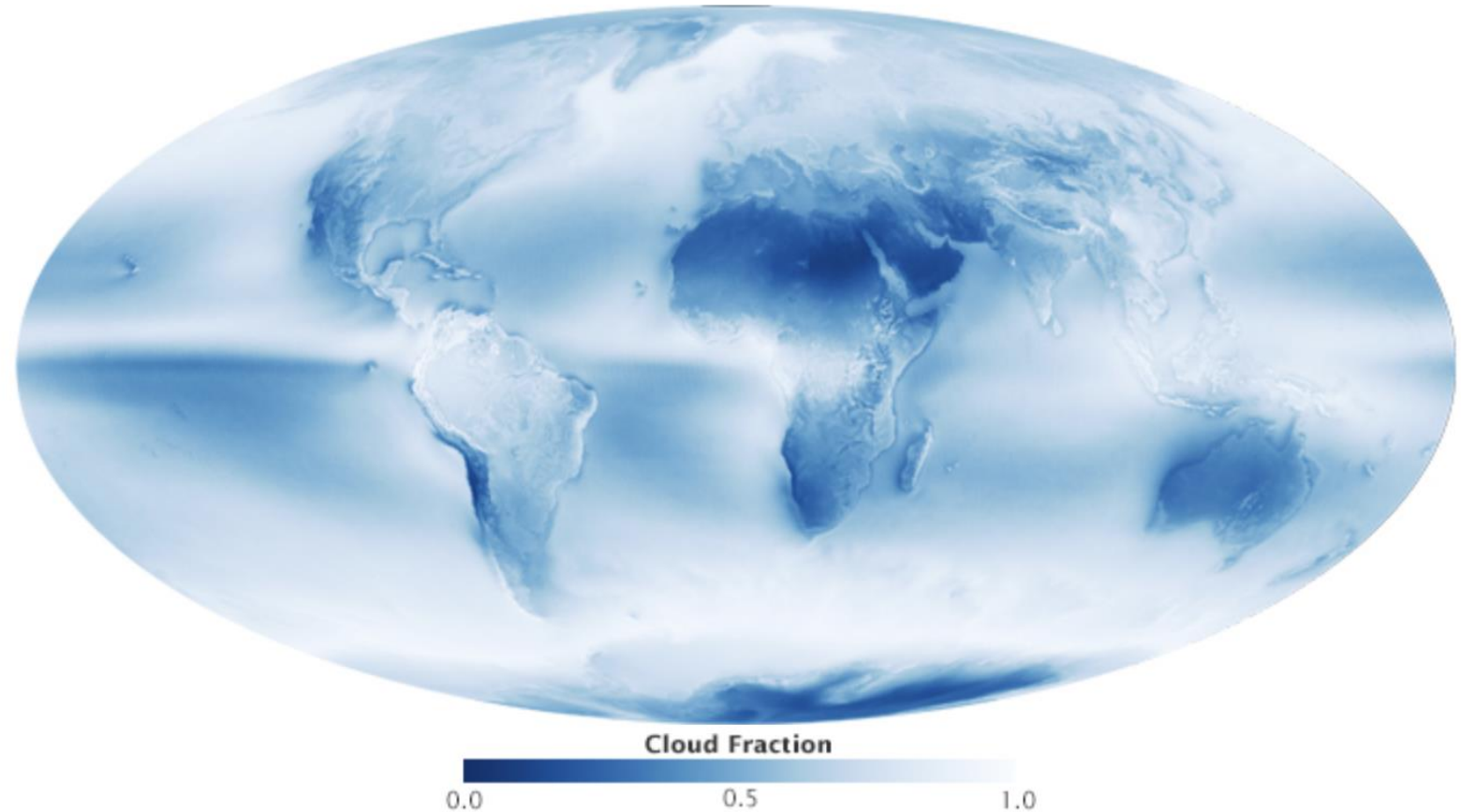
Desventajas

- La información en las imágenes es diferente a las imágenes ópticas y puede ser difícil de interpretar
- Presencia de 'speckle' o moteado (efecto sal y pimienta en las imágenes)
- Distorsiones en áreas donde hay topografía



Cobertura Nubosa a Nivel Mundial

- Fracción de nubes promediada de 2002 a 2015, recopilada con datos de MODIS en Aqua.
- Los colores varían desde el azul oscuro (sin nubes) hasta el azul claro (algunas nubes) y el blanco (nubes frecuentes).



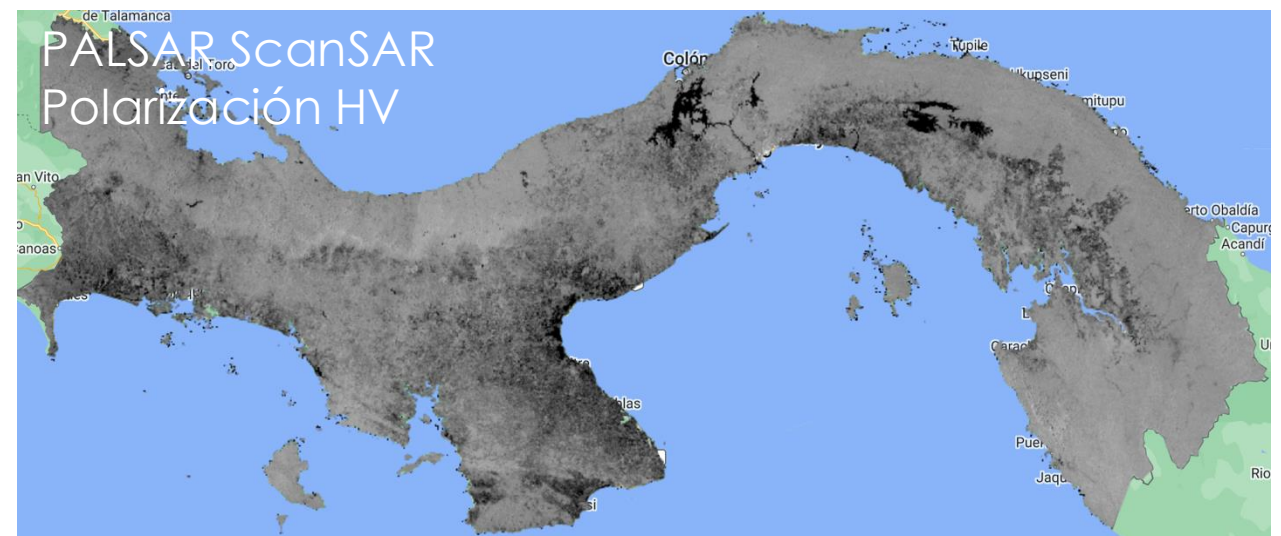
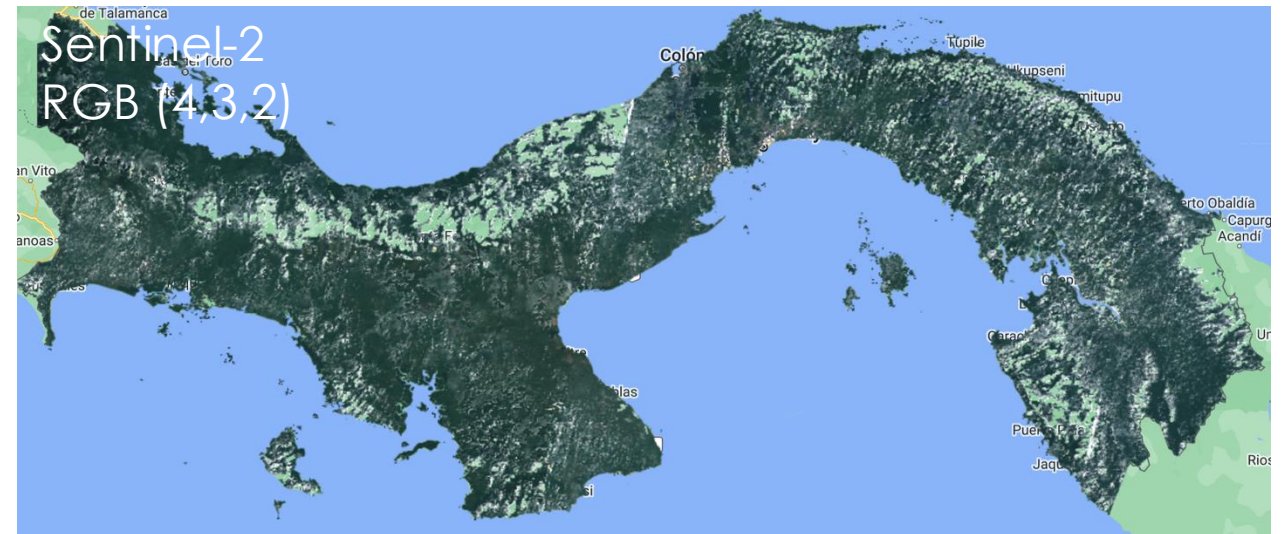
Fuente: [NASA Earth Observatory](https://www.nasa.gov/earth/observatory)



Óptica vs. Radar

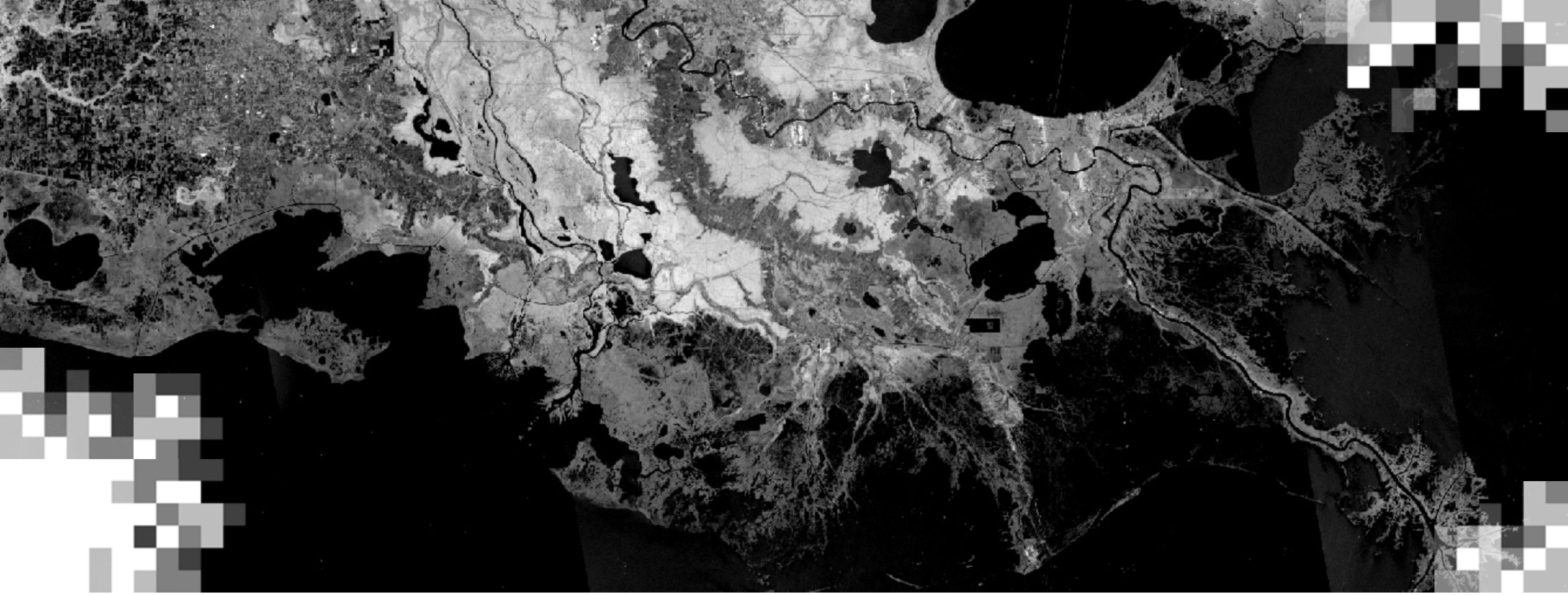
- El país de Panamá está situado en el trópico, donde las nubes son frecuentes, particularmente durante la temporada de lluvias.
- En el mosaico óptico en la parte superior, las áreas cubiertas por nubes se han enmascarado.
- El mosaico de SAR en la parte inferior, por otro lado, muestra datos para todo el país.

Panamá: 1 al 30 de Noviembre de 2019



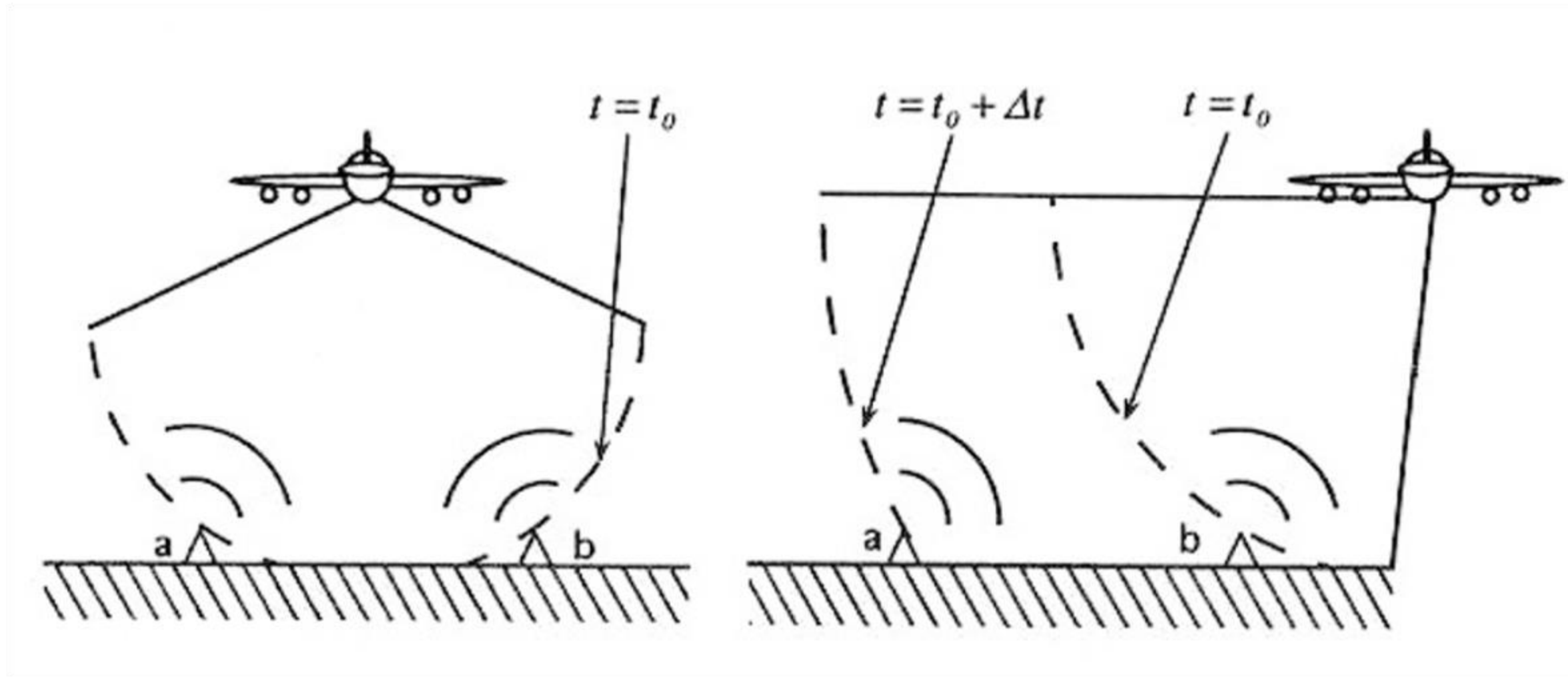
Fuente: Sentinel-2 y PALSAR ScanSAR de GEE





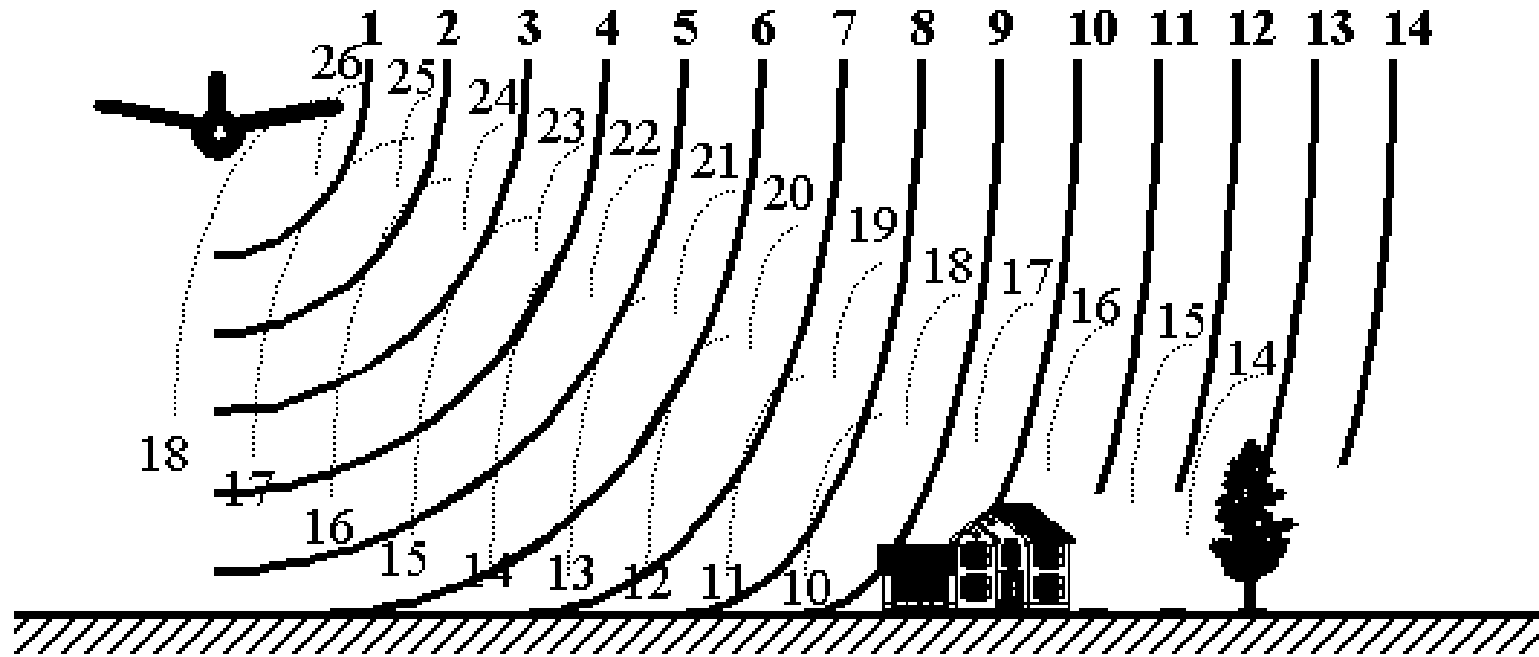
Formación de Imágenes de Radar

Radar de Mirada Hacia Abajo vs. Radar de Mirada Lateral



Radar de Mirada Lateral

- Cada píxel en la imagen de radar representa una cantidad compleja de energía reflejada de vuelta al satélite.
- La magnitud de cada píxel representa la intensidad de la señal reflejada.



Fuente de la Imagen: Lillesand and Kiefer, 1994



La Geometría del Radar

Distancia de Rango Oblicuo o Inclinado

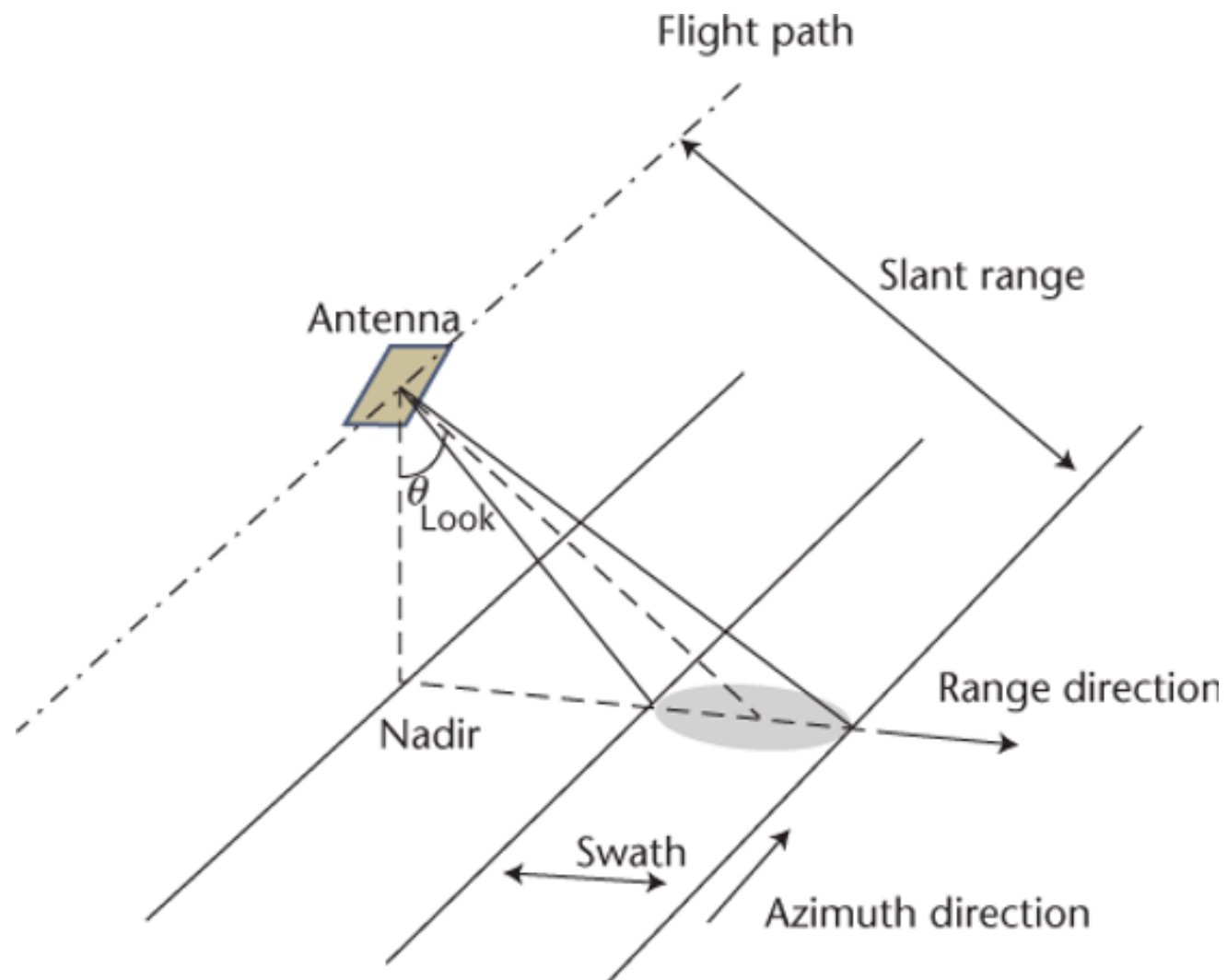
- La distancia directa entre el sensor y un blanco (target)

Dirección de Rango (transversal a la trayectoria)

- La dirección perpendicular al movimiento del sensor de radar

Dirección de Azimut (a lo largo de la trayectoria)

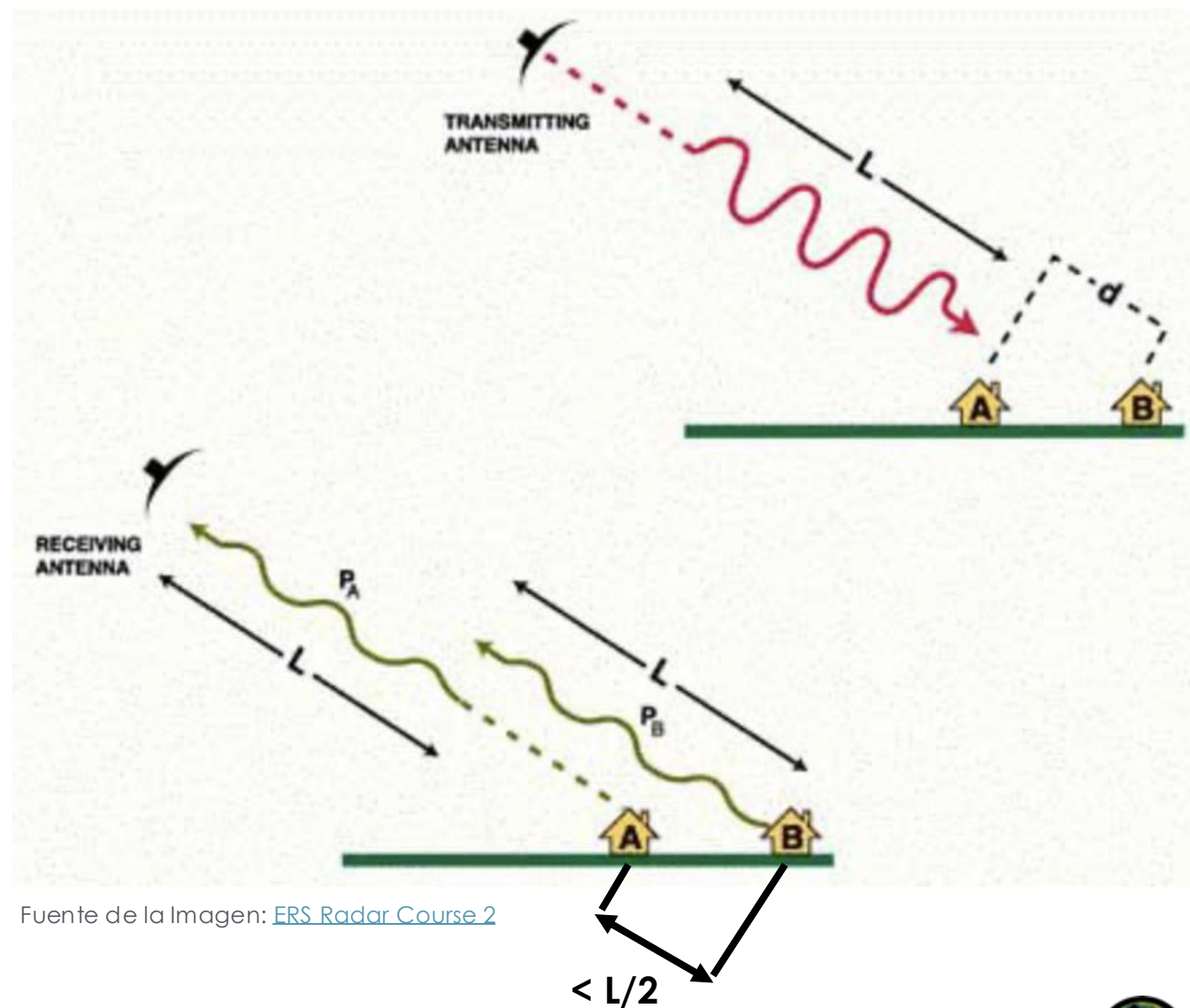
- La dirección paralela al movimiento de la plataforma de radar según se desplaza sobre el área observada



Resolución de Rango

Resolución de Rango (Transversal a la trayectoria)

- **Longitud del Pulso:** La duración del pulso transmitido.
- **La resolución de rango** depende de la longitud del pulso (los pulsos más breves proporcionan resoluciones más altas).
- Si los pulsos se hacen más breves, se debe incrementar la amplitud transmitida para mantener la misma potencia total en el pulso.
- Se utiliza la compresión de pulsos en el rango a través de la modulación de frecuencia.



Fuente de la Imagen: [ERS Radar Course 2](#)



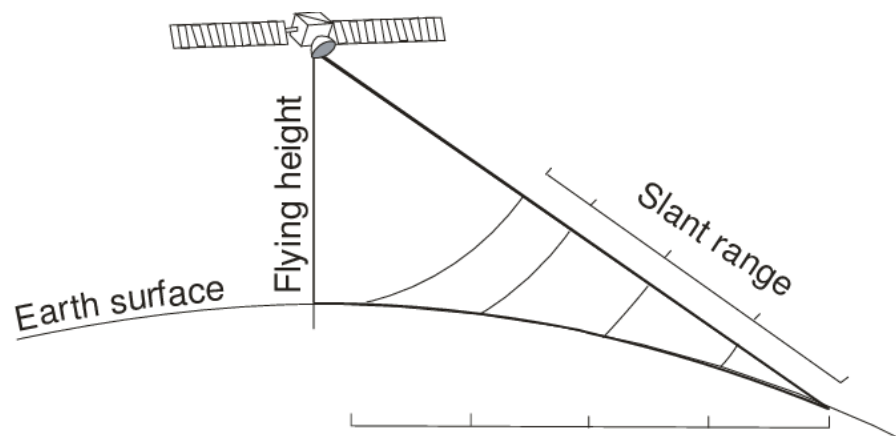
Resolución de Rango Oblicuo vs. Resolución de Rango en el Suelo

Rango en el Suelo (o Rango Terrestre)

- La distancia entre la trayectoria en el suelo del satélite y el blanco

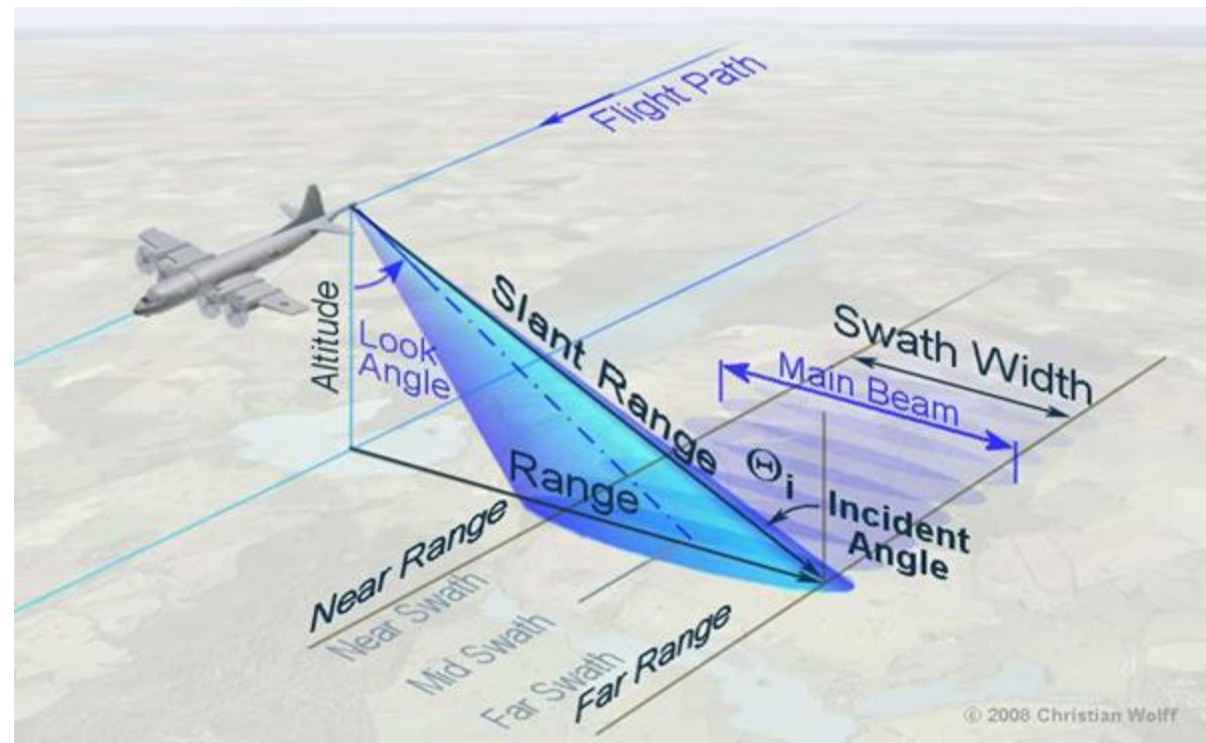
Ángulo de Incidencia

- Ángulo entre la línea visual del radar y la vertical de la superficie del terreno



Rango en el Suelo
(Rango Terrestre)

Fuente de la Imagen: Silva et al., 2006



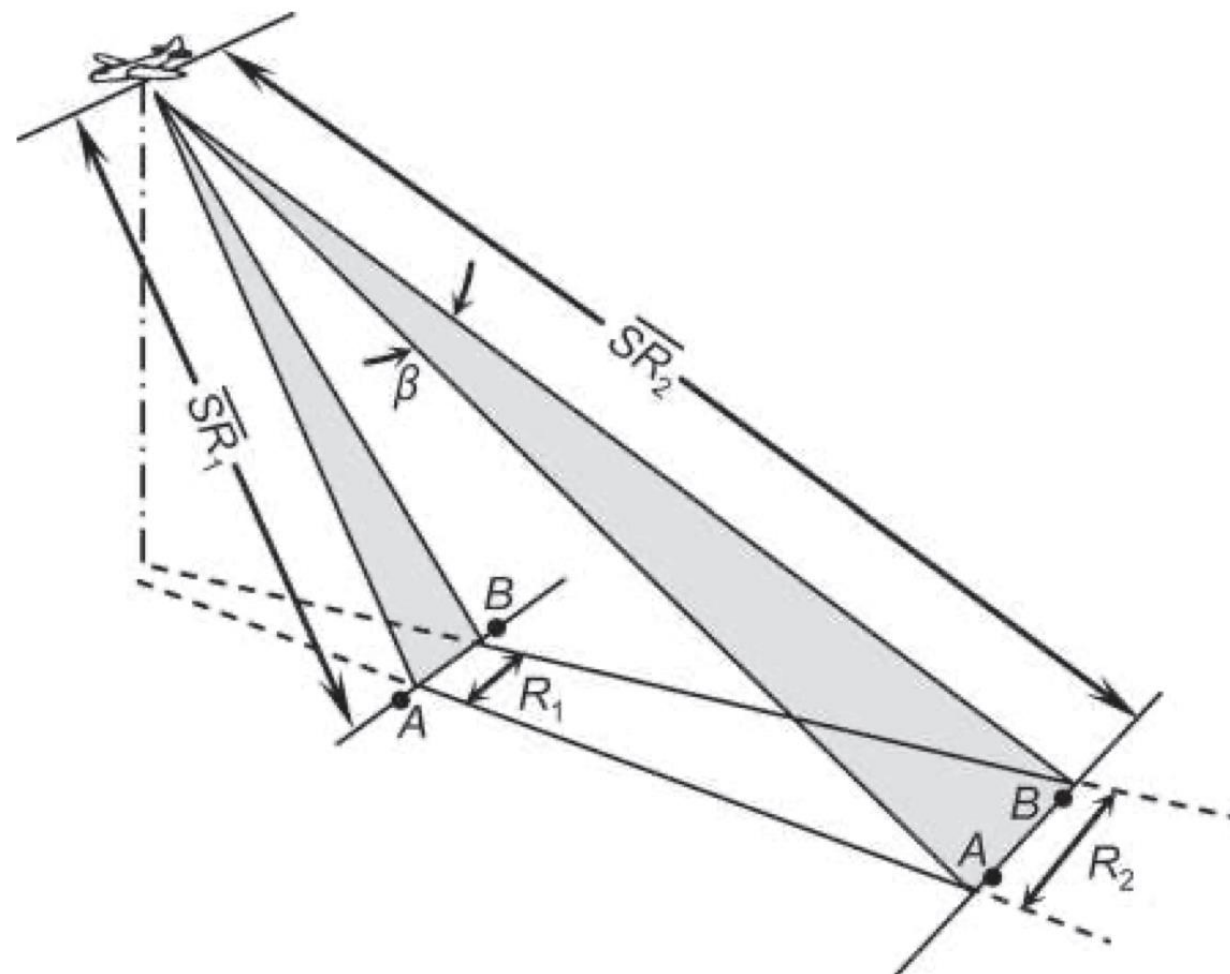
© 2008 Christian Wolff



Resolución en el Azimut

Resolución en el Azimut (a lo largo de la trayectoria)

- La resolución de imágenes de radar en la dirección de azimut está determinada por el ancho del ángulo del haz y el rango oblicuo (slant range o SR).
- El ancho del haz de la antena es directamente proporcional a la longitud de onda del pulso transmitido e inversamente proporcional al largo de la antena (o apertura).



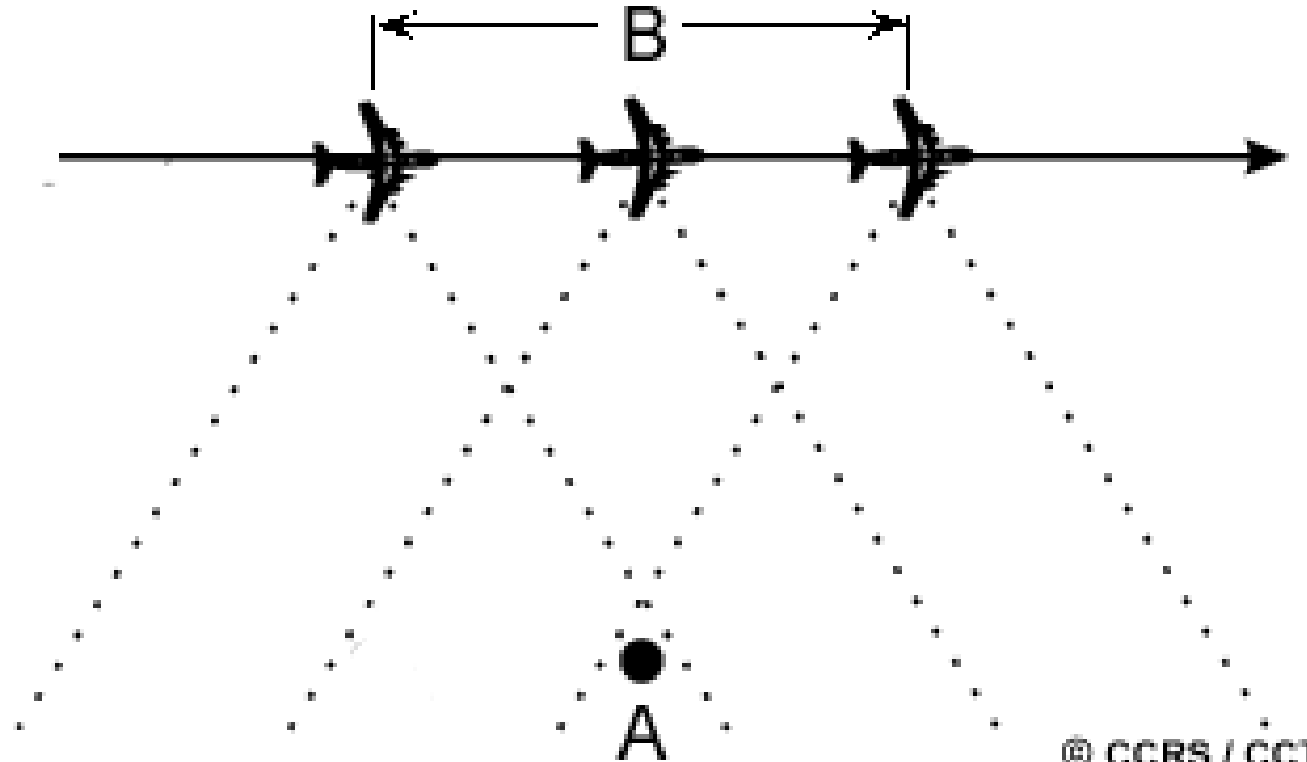
Fuente de la Imagen: Lillesand and Kiefer, 7th Edition



Radar de Apertura Sintética

Resolución en el Azimut (a lo largo de la trayectoria)

- Es difícil tener antenas largas en el espacio, pero se puede sintetizar una utilizando el movimiento del satélite para simular una antena muy larga.



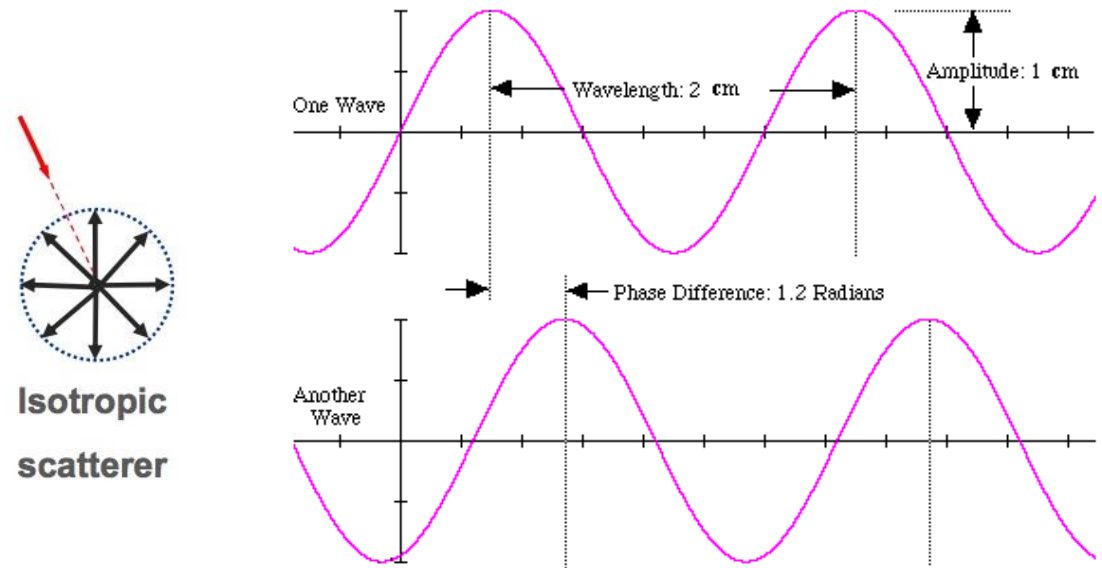
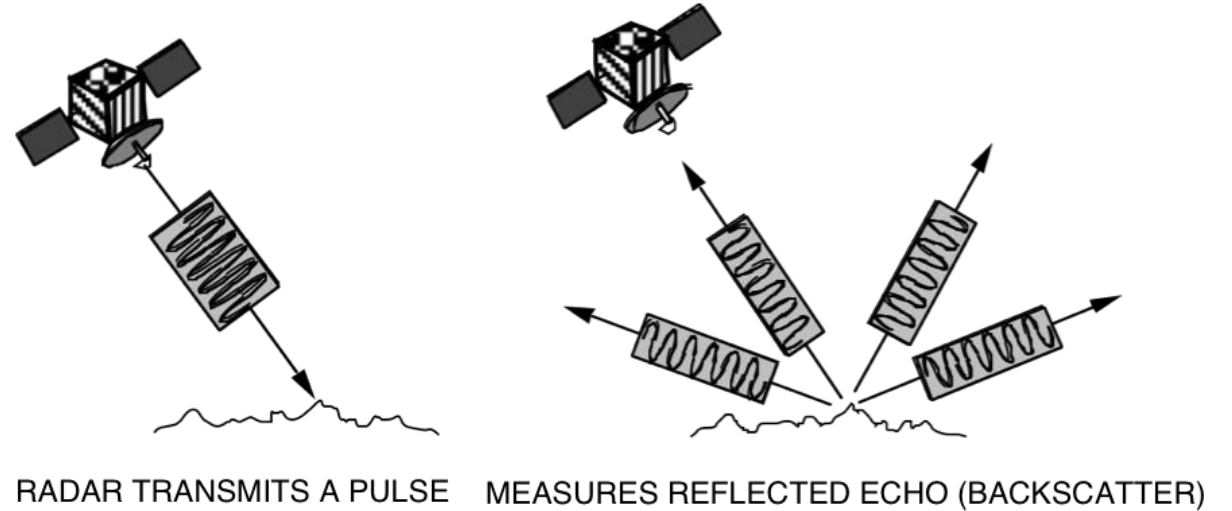
© CCRS / CCT

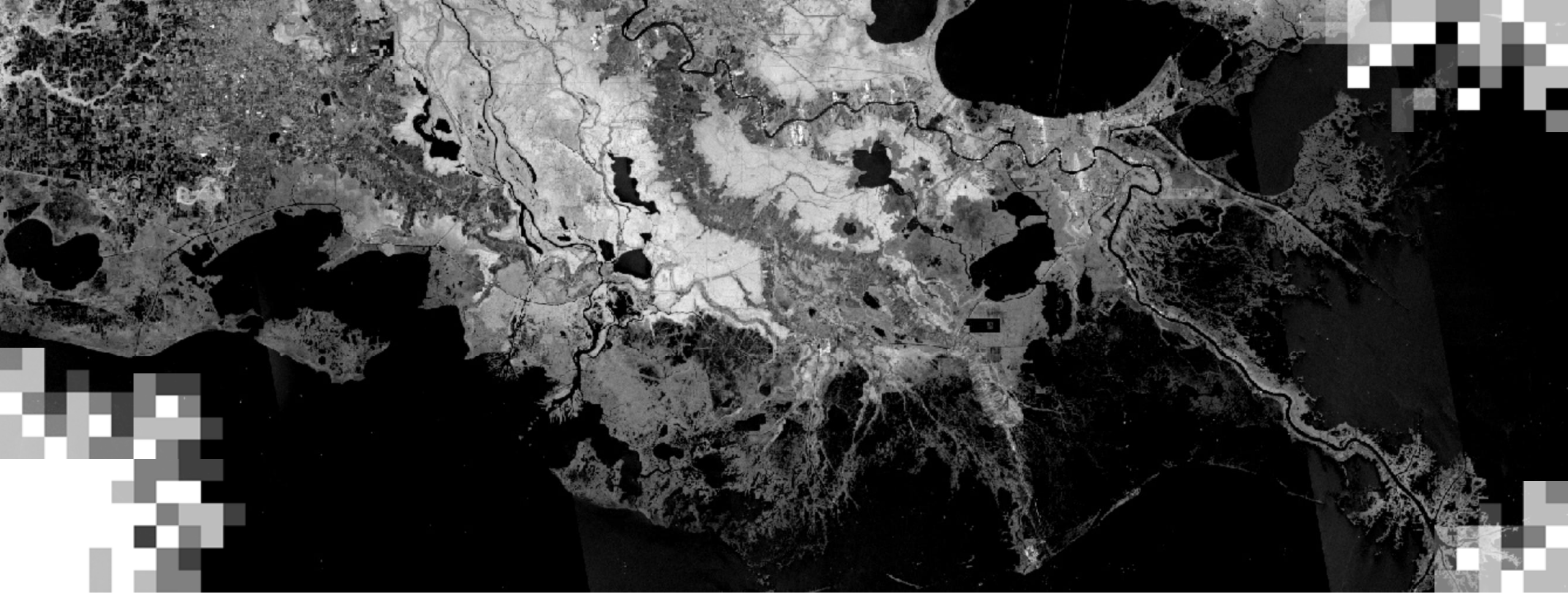
Fuente de la Imagen: Lillesand and Kiefer, 7th Edition



Repaso de la Formación de Imágenes de Radar

1. El radar puede medir la amplitud (la fuerza del eco reflejado) y la fase (la posición de un punto en el tiempo en un ciclo de forma de onda).
2. El radar sólo puede medir la parte del eco reflejado hacia la antena (retrodispersión).
3. Los pulsos de radar viajan a la velocidad de la luz.
4. La intensidad del eco reflejado es el coeficiente de retrodispersión (Σ_0) y se expresa en decibeles (dB).

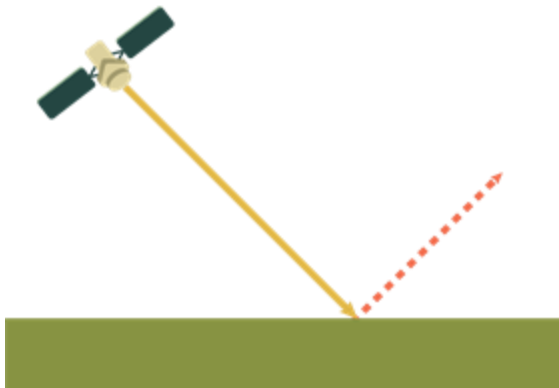




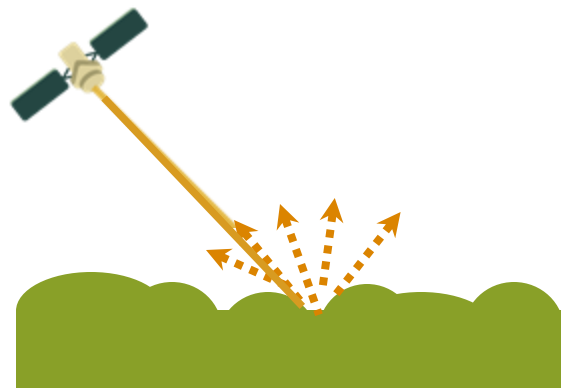
Mecanismos de Dispersión

Interacción de la Señal de Radar

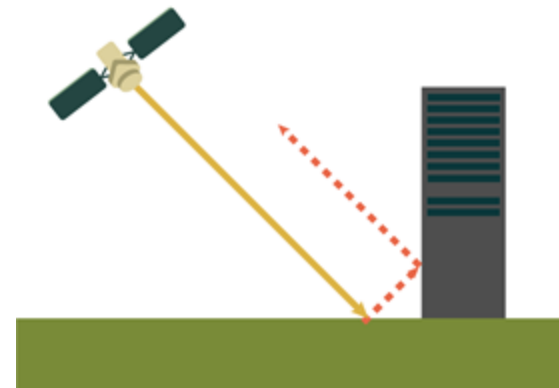
- La escala de la superficie relativa a la longitud de onda determina qué tan rugosas o lisas aparecen al radar y qué tan brillantes u oscuras aparecen en la imagen
- Mecanismos de retrodispersión:



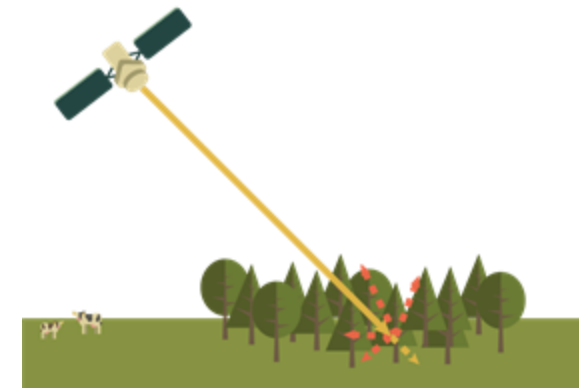
Superficie Lisa
(Reflexión Especular)



Superficie Rugosa



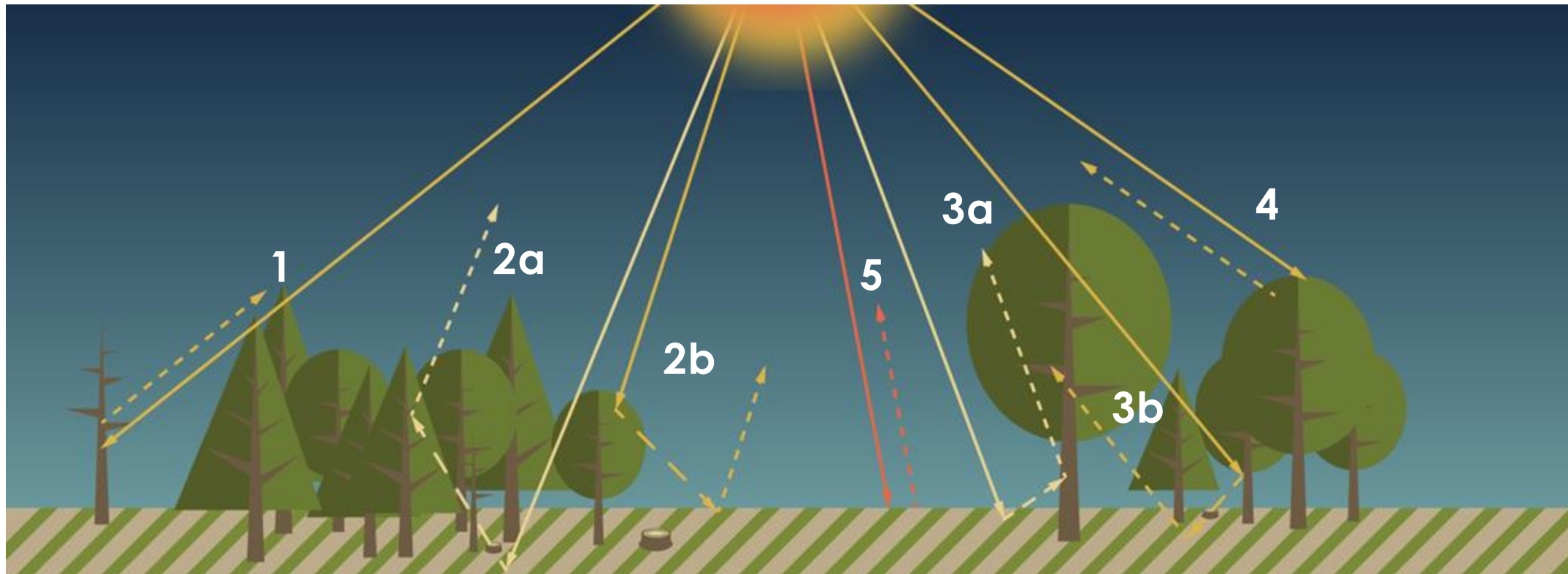
Doble Rebote



Volumetrica



Retrodispersión Volumétrica: Dispersión de la Señal de Radar en un Bosque



Mecanismos principales de retrodispersión en un bosque:

(1) Dispersión directa desde los troncos de los árboles

(2a) Dispersión suelo-copa

(2b) Dispersión copa-suelo

(3a) Dispersión suelo-tronco,

(3b) Dispersión tronco-suelo,

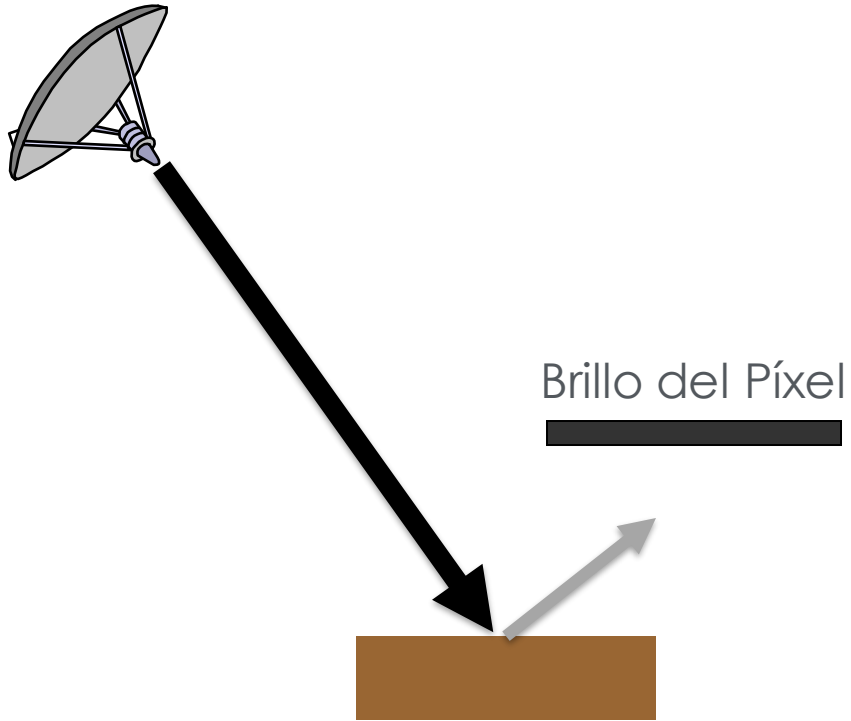
(4) Dispersión volumétrica en la copa

(5) Dispersión directa de la superficie del suelo

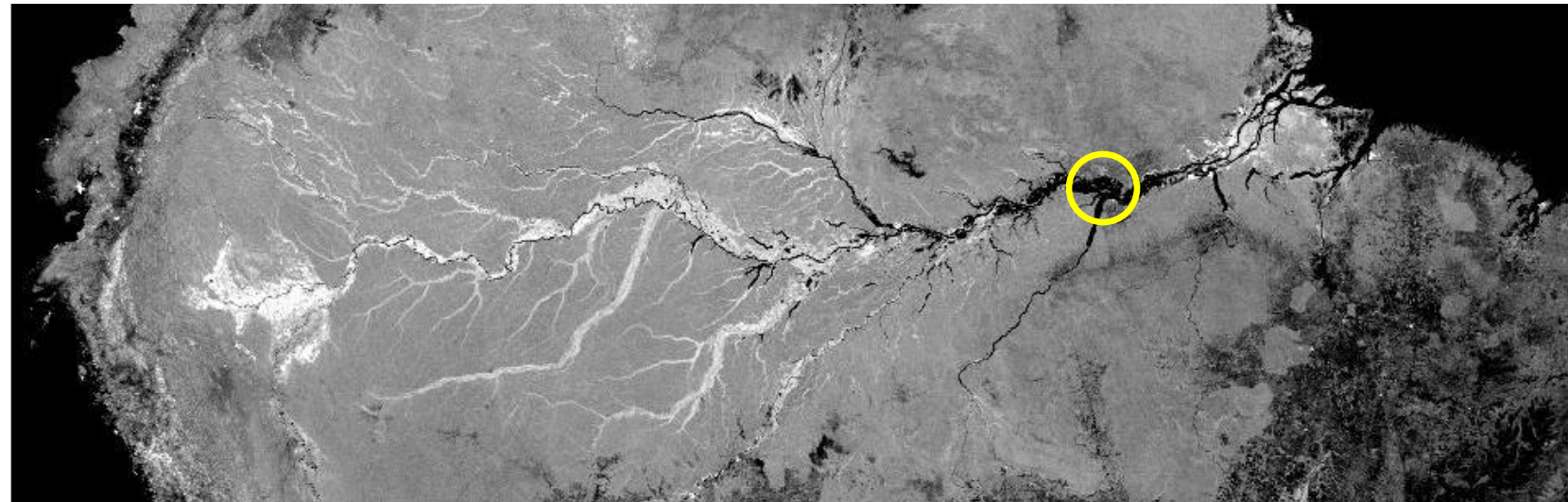


Reflexión Especular (Superficie Lisa)

Reflejo de Superficie Lisa (Reflejo Especular)



Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abr. 2015 (Banda-L, HH, 3 km)



Superficie plana y lisa
(agua, carretera)

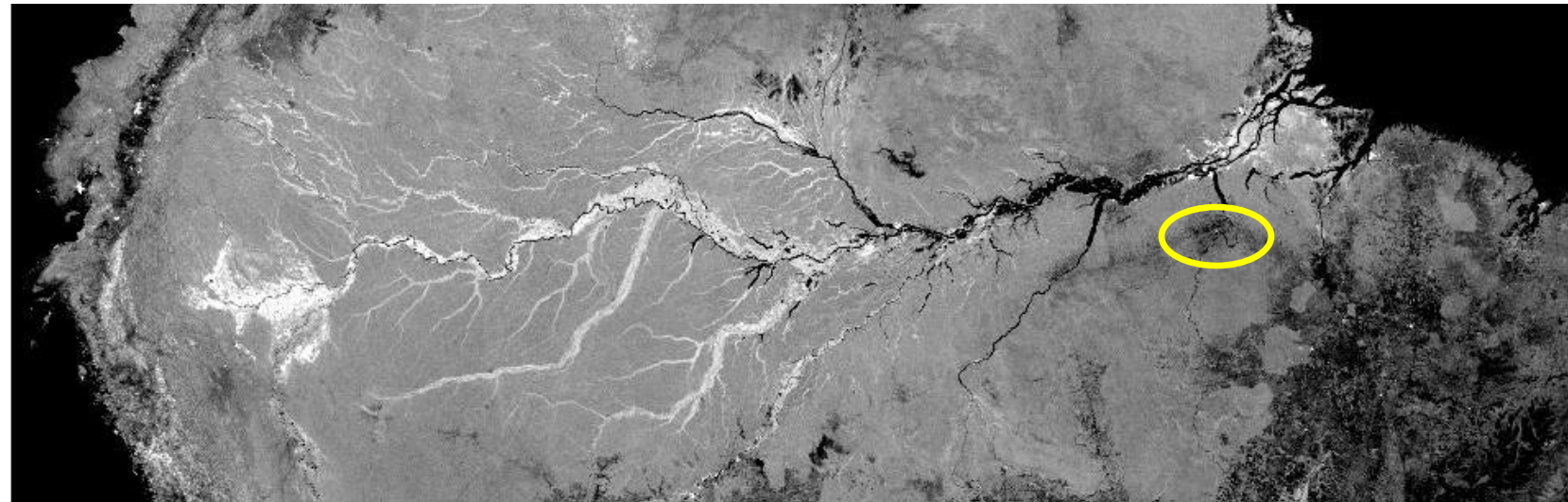


Reflexión de Superficie Rugosa

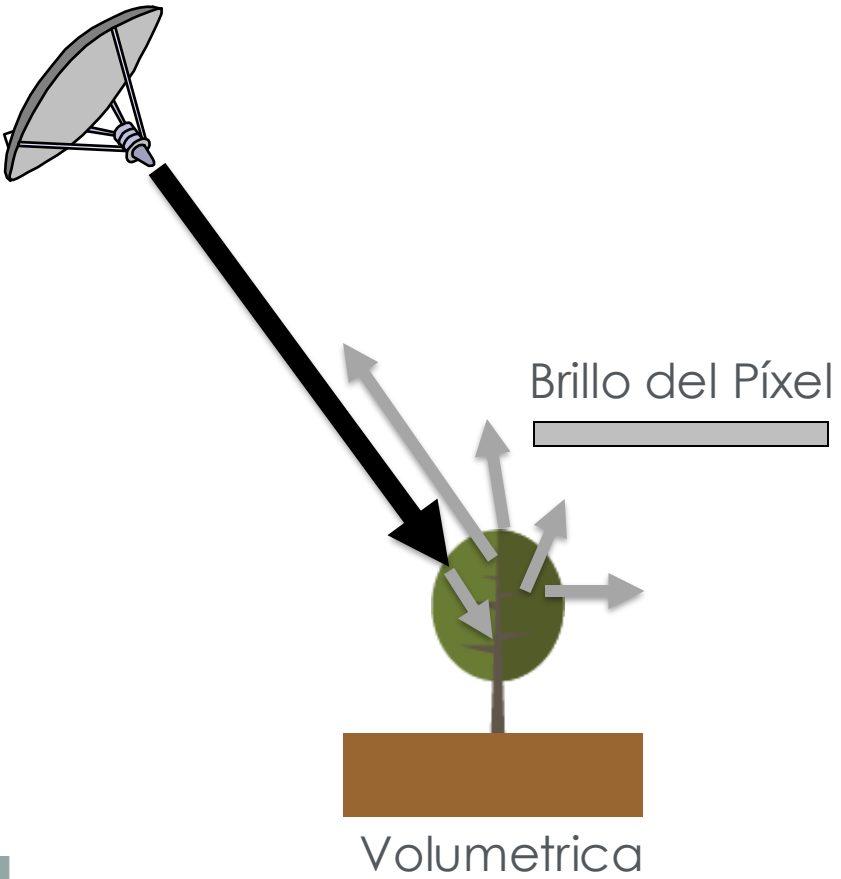


Superficie rugosa
(áreas deforestadas,
campos agrícolas labrados)

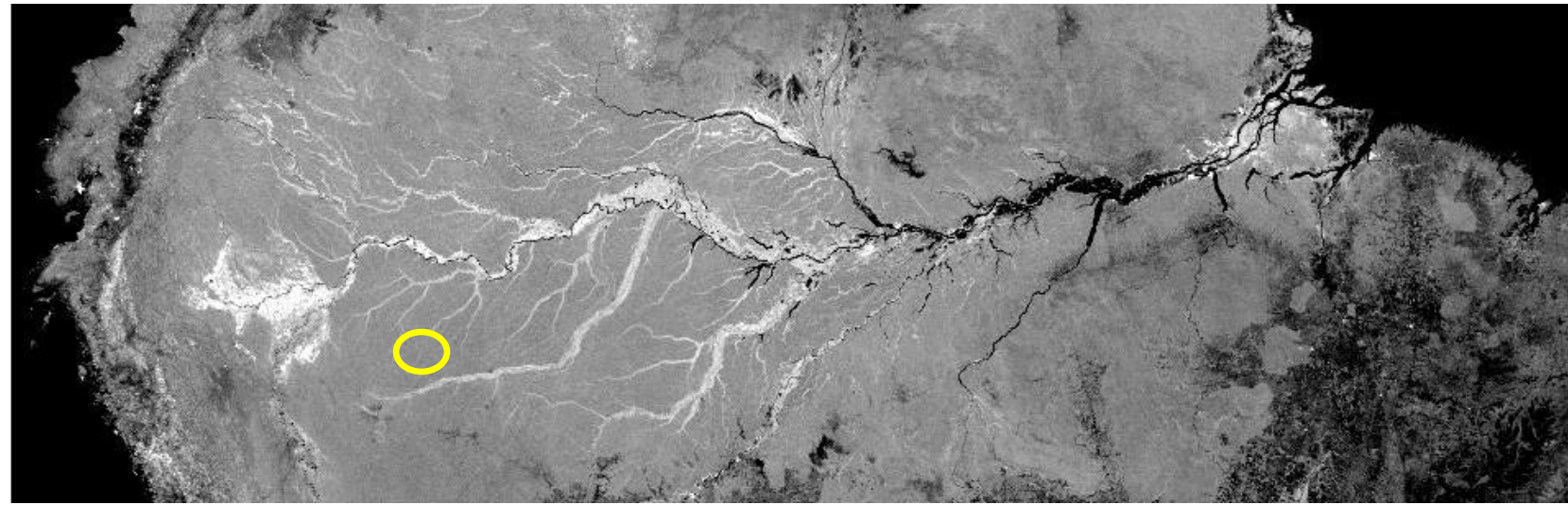
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abr. 2015 (Banda-L, HH, 3 km)



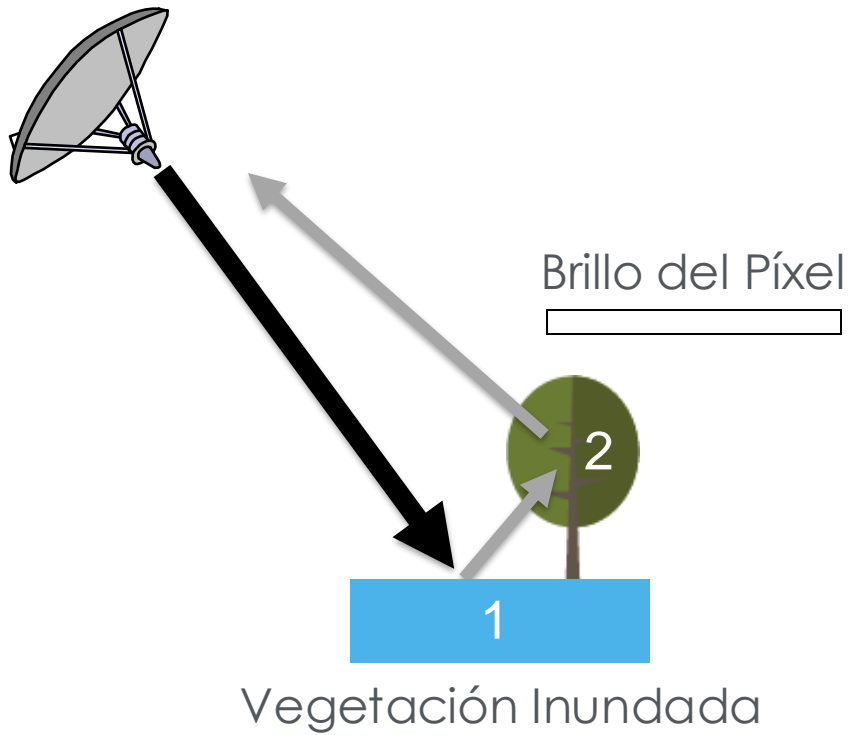
Dispersión Volumetrica por la Vegetación



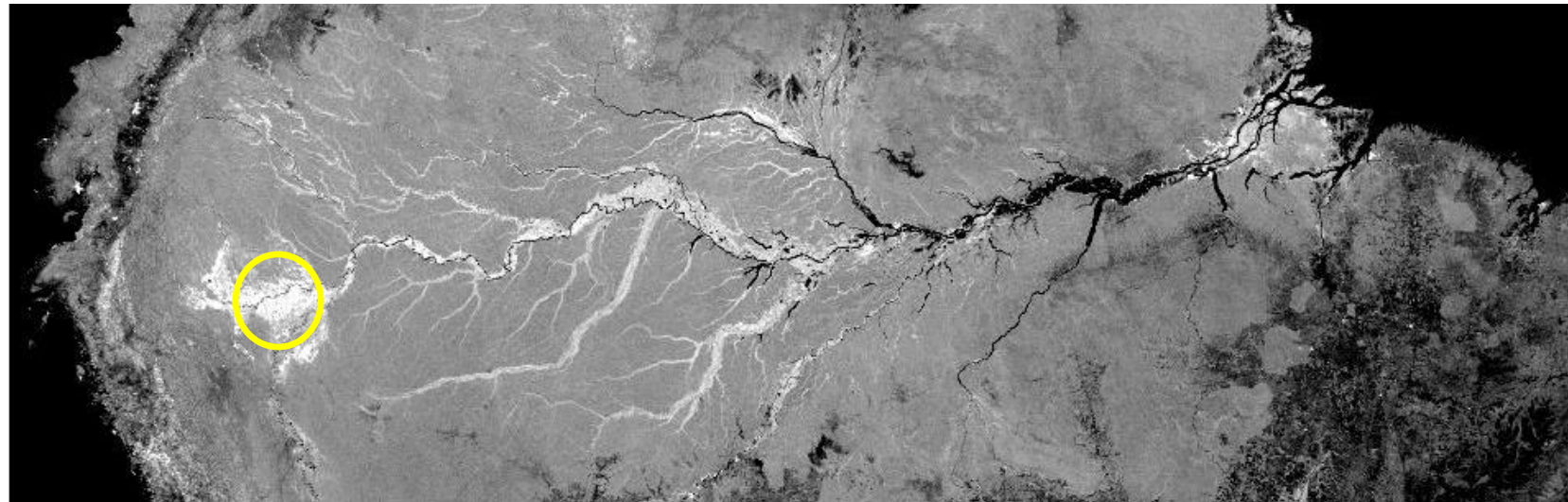
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abr. 2015 (Banda-L, HH, 3 km)

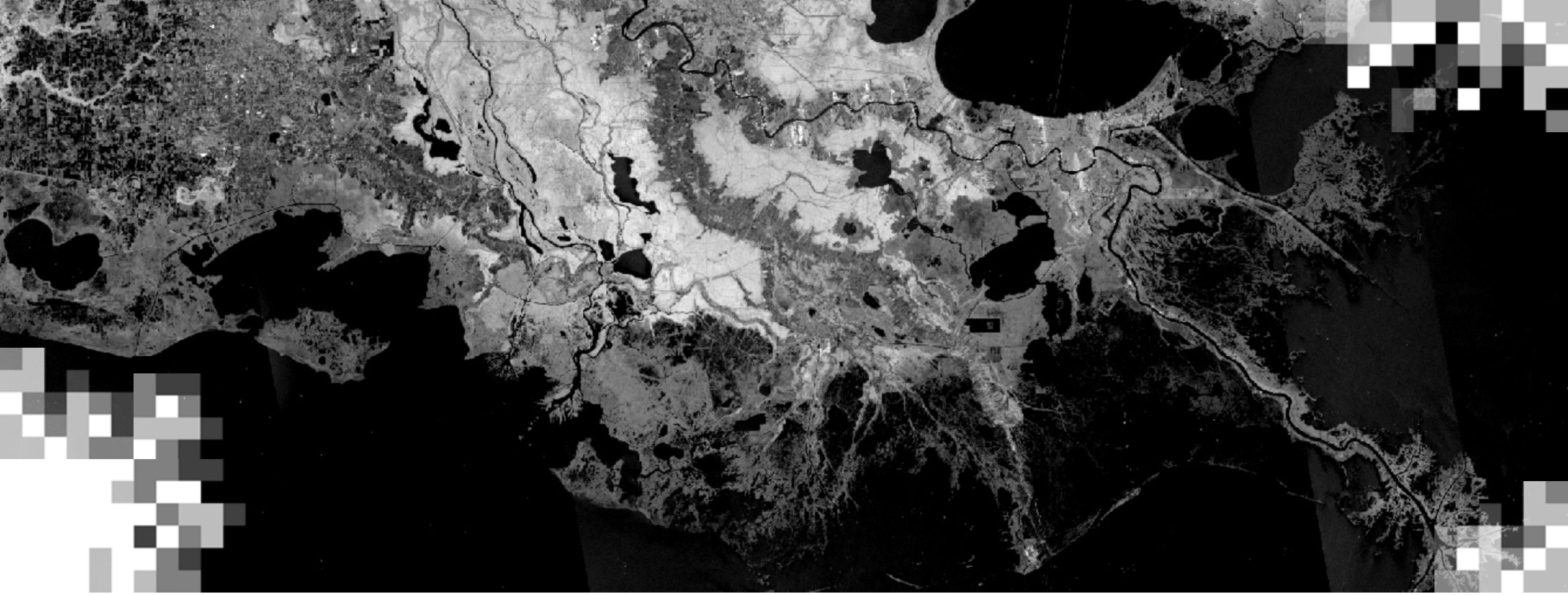


Doble Rebote



Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abr. 2015 (Banda-L, HH, 3 km)





Parámetros del Radar que Influyen la Señal

Parámetros del Radar a Considerar para un Estudio

- Longitud de onda
- Polarización
- Ángulo de Incidencia



Parámetros del Radar: Longitud de Onda

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

c = velocidad de la luz (3×10^8 m/s)

λ = longitud de onda (m)

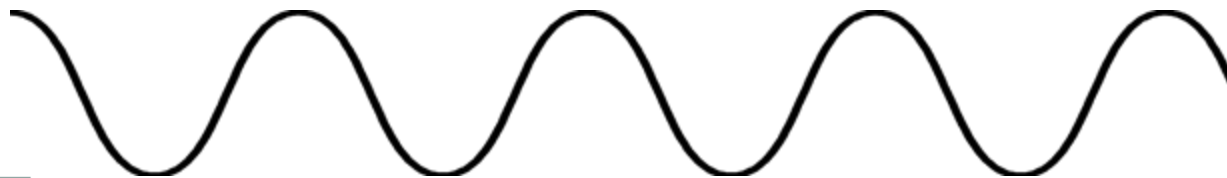
ν = frecuencia (ciclos por segundo, Hz)

Mayor Frecuencia



Menor Longitud de Onda

Menor Frecuencia



Mayor Longitud de Onda

Designación de Banda*	Longitud de onda (λ), cm	Frecuencia (ν), GHz (10^9 ciclos·seg ⁻¹)
Ka (0.86 cm)	0.8 – 1.1	40.0 – 26.5
K	1.1 – 1.7	26.5 – 18.0
Ku	1.7 – 2.4	18.0 – 12.5
X (3.0 cm, 3.2 cm)	2.4 – 3.8	12.5 – 8.0
C (6.0)	3.8 – 7.5	8.0 – 4.0
S	7.5 – 15.0	4.0 – 2.0
L (23.5 cm, 25 cm)	15.0 – 30.0	2.0 – 1.0
P (68 cm)	30.0 – 100.0	1.0 – 0.3

* Las longitudes de onda más utilizadas en SAR están entre paréntesis.



Penetración de la Señal en Función a la Longitud de Onda

- La penetración de la señal es el **factor principal** en la selección de la longitud de onda.
- Generalmente, mientras mas larga la longitud de onda, mayor es la penetración en el blanco.




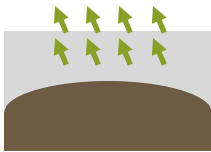
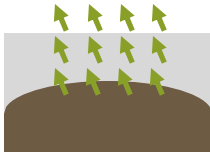
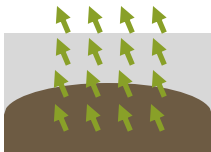
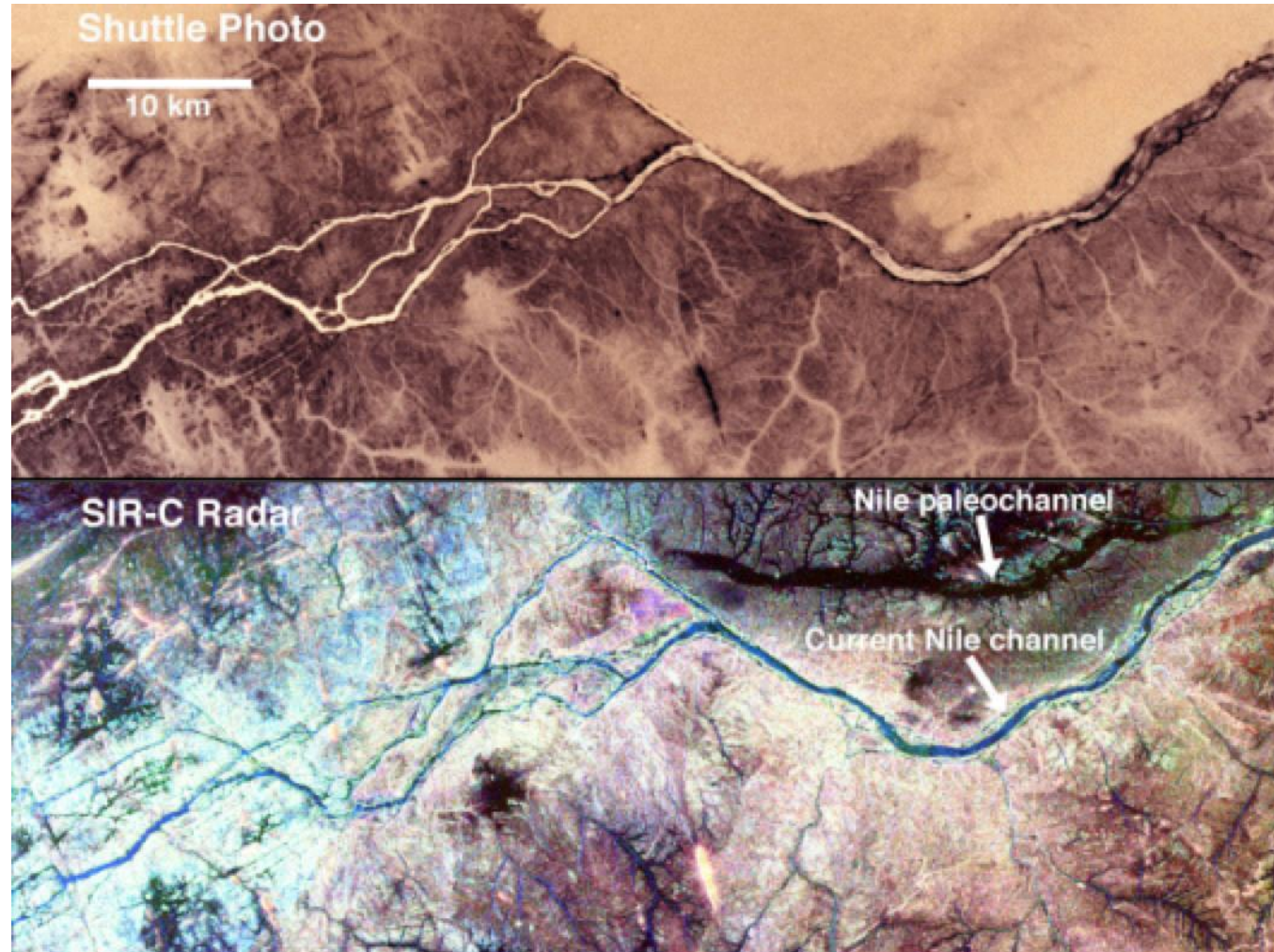
Vegetación			
Suelo Seco			
	Banda-X 3 cm	Banda-C 5 cm	Banda-L 24 cm

Imagen basada en el ESA [Radar Course 2](#)

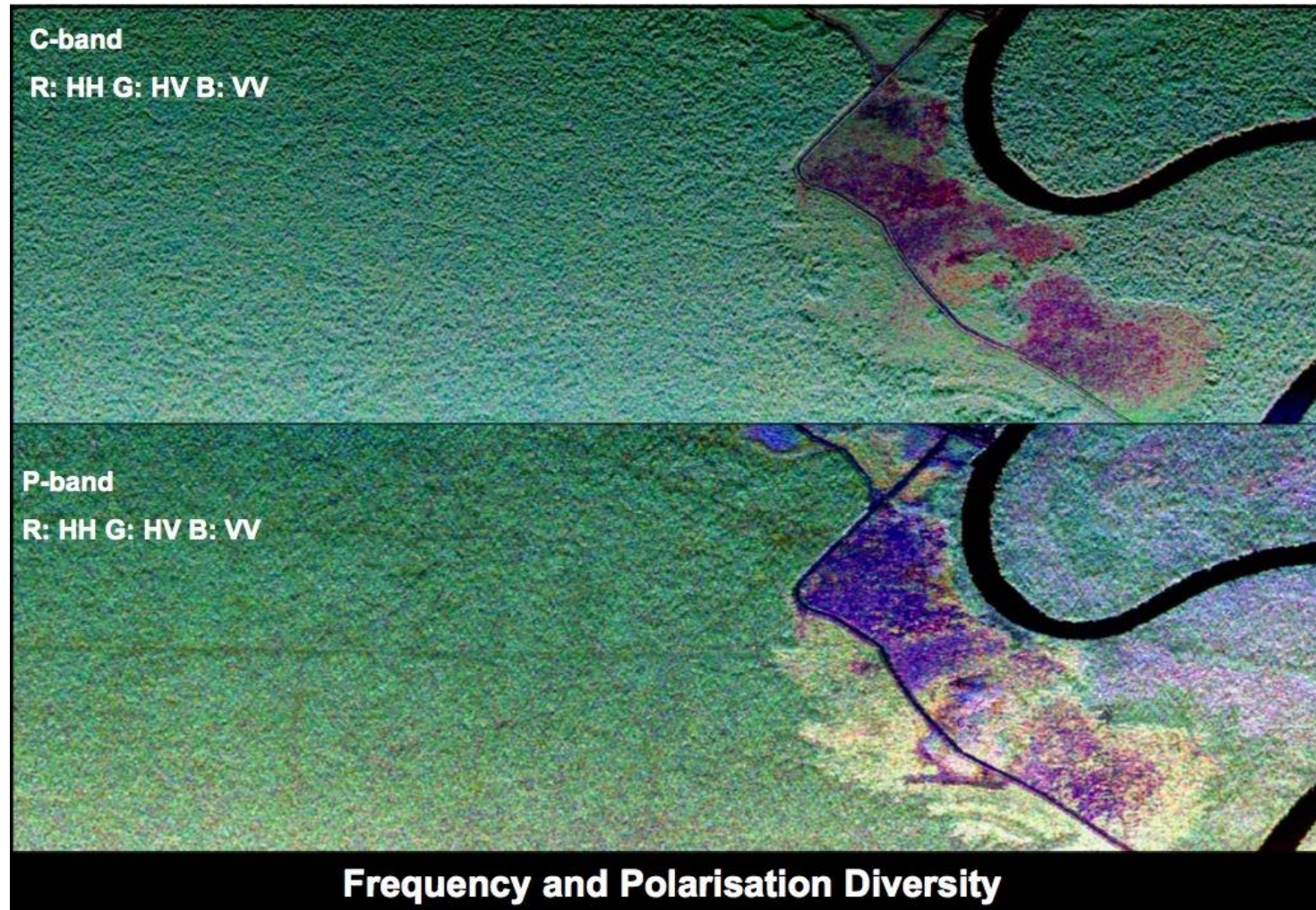
Banda	Ejemplos de Aplicaciones
VHF	penetración del follaje y del suelo, biomasa
Banda-P	biomasa, humedad del suelo, penetración
Banda-L	agricultura, silvicultura, humedad del suelo
Banda-C	océano, agricultura
Banda-X	agricultura, océano, radar de alta resolución
Banda-Ku	glaciología (mapeo del manto de nieve)
Banda-Ka	radar de alta resolución



Ejemplo: Penetración de la Señal en Suelos Secos



Ejemplo: Penetración de la Señal en la Vegetación



Fuente de la Imagen: A Moreira (ESA)



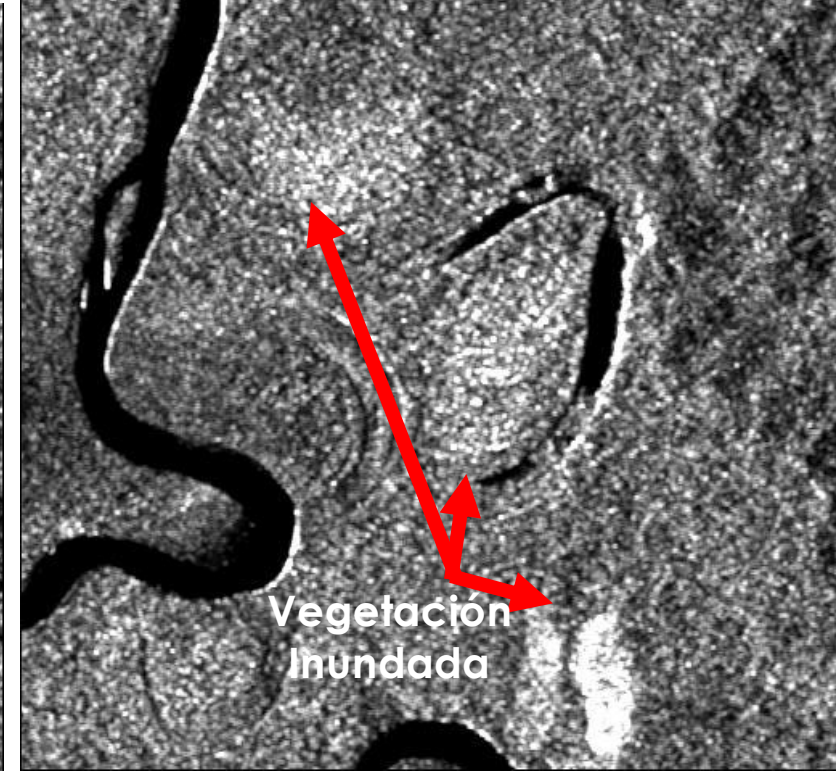
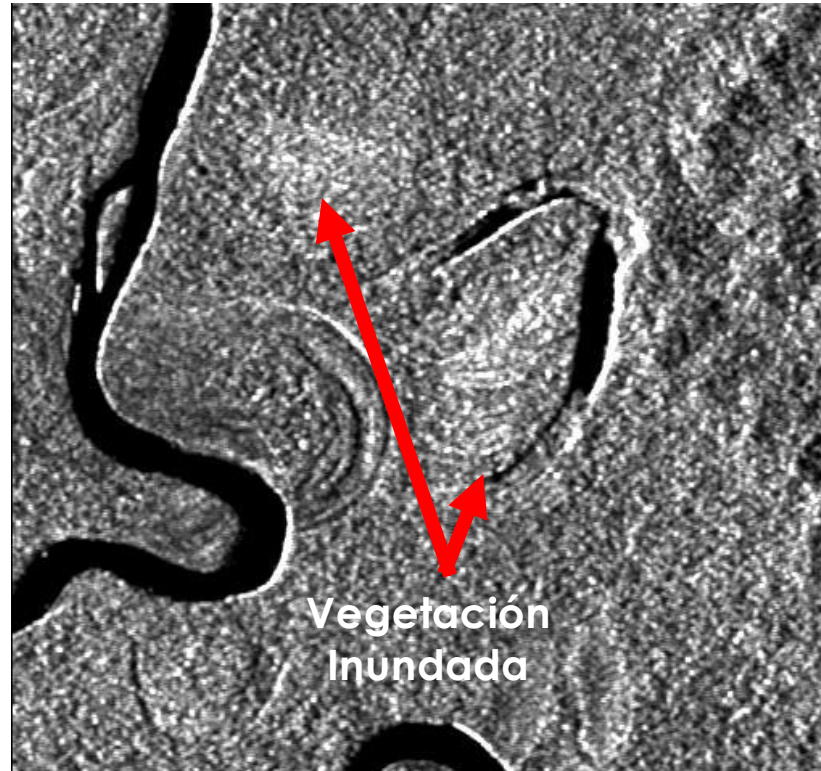
Ejemplo: Penetración de la Señal en Vegetación Inundada

Imágenes de AIRSAR en múltiples frecuencias sobre el Parque Nacional del Manu, Perú

Banda-C

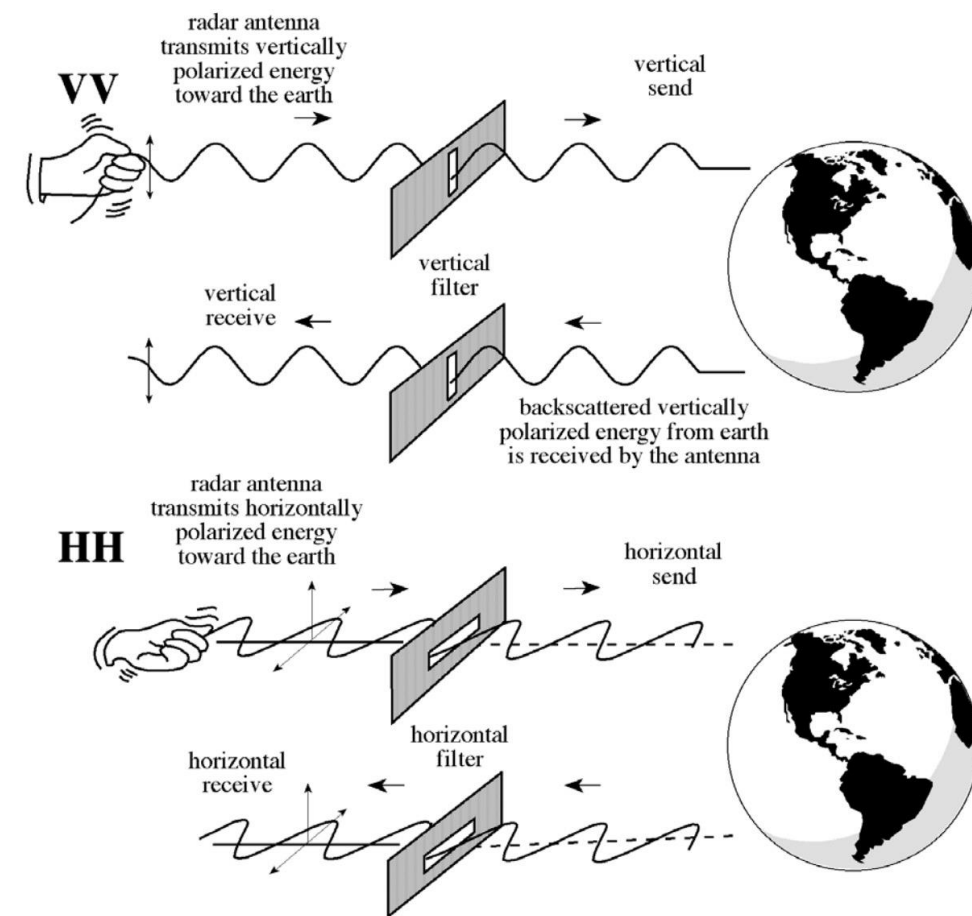
Banda-L

Banda-P



Parámetros del Radar: Polarización

- **Polarización:** La orientación del campo eléctrico de la onda electromagnética.
- Las polarizaciones normalmente se controlan entre **H** y **V**:
 - HH: Transmitida Horizontalmente, Recibida Horizontalmente
 - VV: Transmitida Verticalmente, Recibida Verticalmente
 - HV: Transmitida Horizontalmente, Recibida Verticalmente
 - VH: Transmitida Verticalmente, Recibida Horizontalmente
- **Modo Quad-Pol:** Cuando se miden las cuatro polarizaciones.
- Se puede utilizar diferentes polarizaciones para determinar las propiedades físicas del objeto observado.



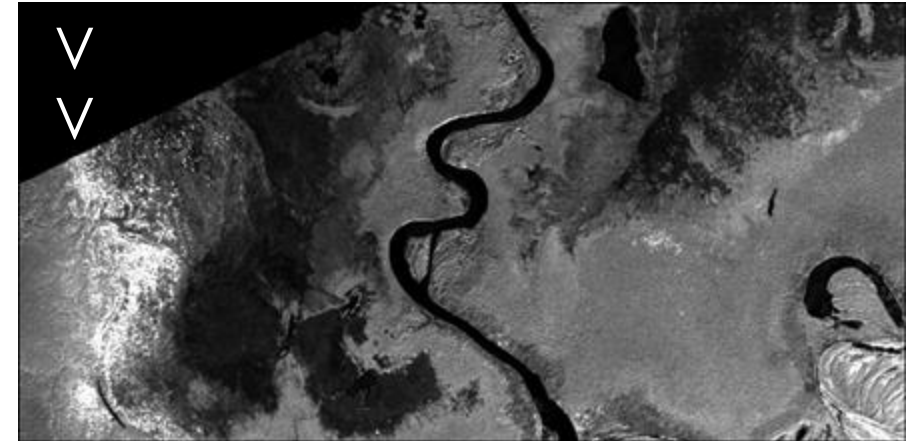
Fuente de la Imagen: J.R. Jensen, 2000. Remote Sensing of the Environment



Ejemplo de Polarizaciones Múltiples para Estudios de la Vegetación

Reserva Forestal Pacaya-Samiria en el Perú

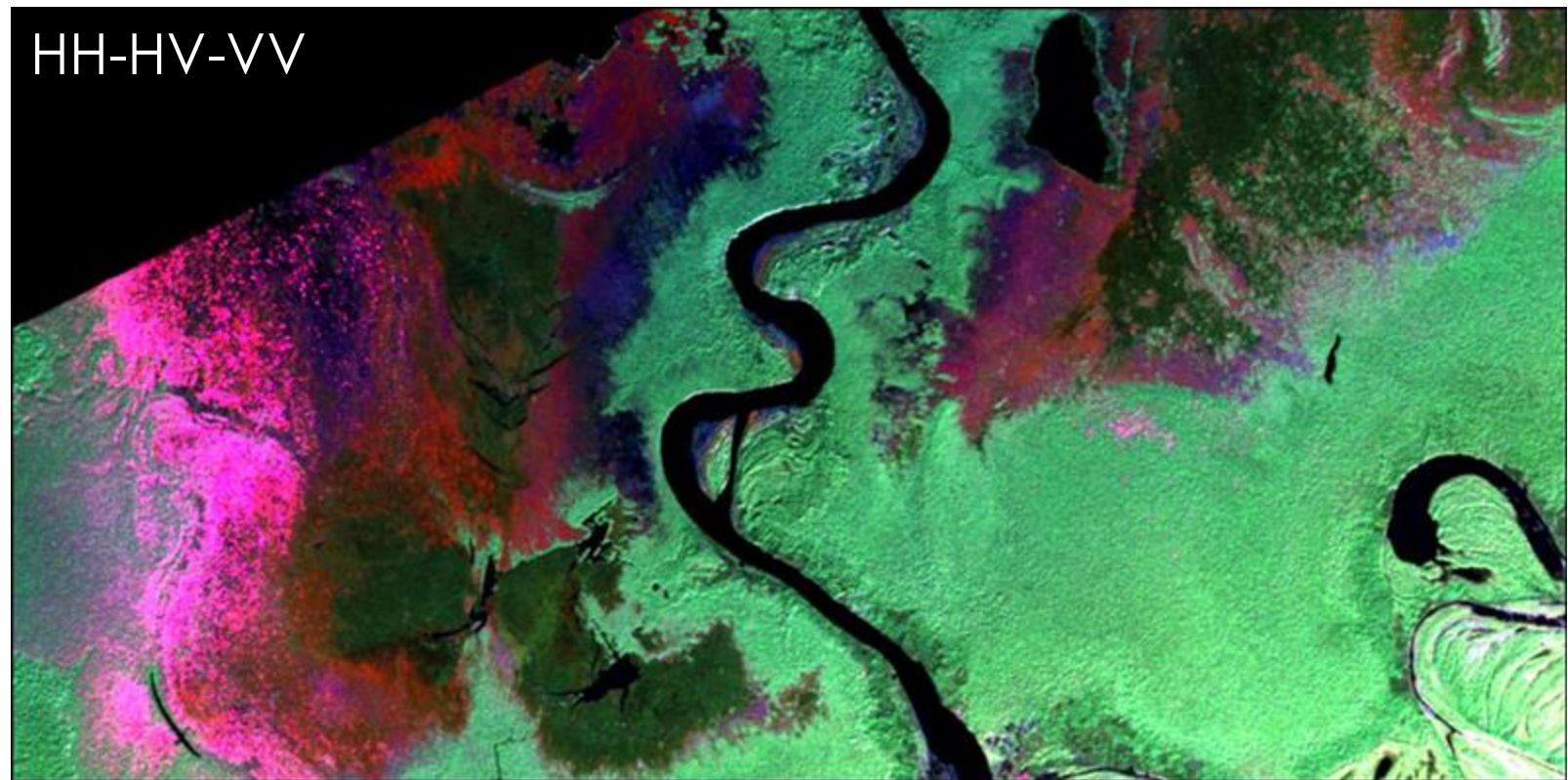
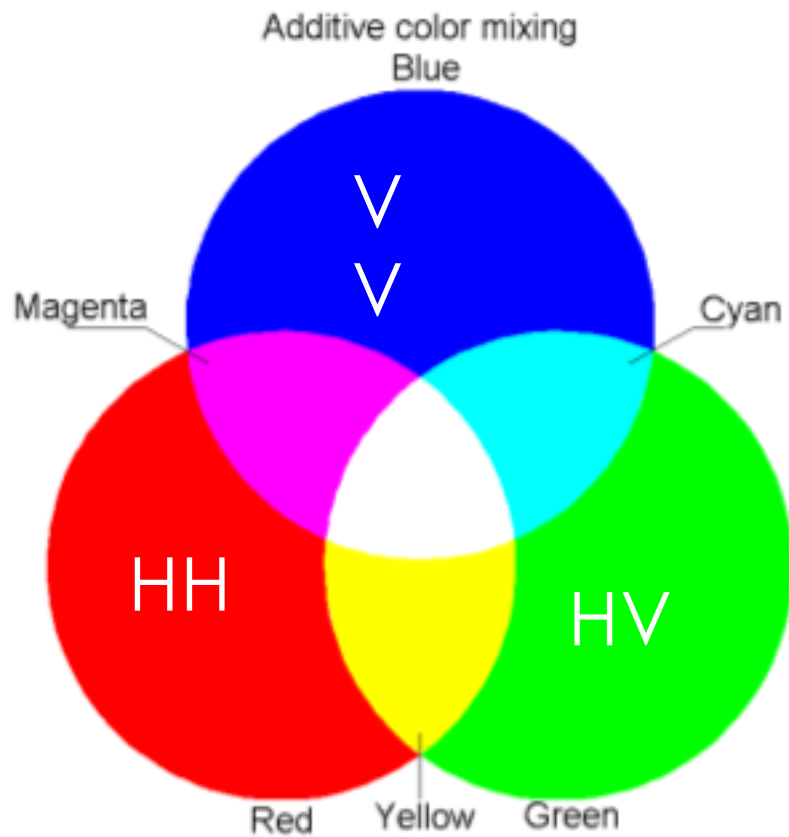
Imágenes de UAVSAR (HH, HV, VV)



Visualización de Polarizaciones Múltiples para Estudios de la Vegetación

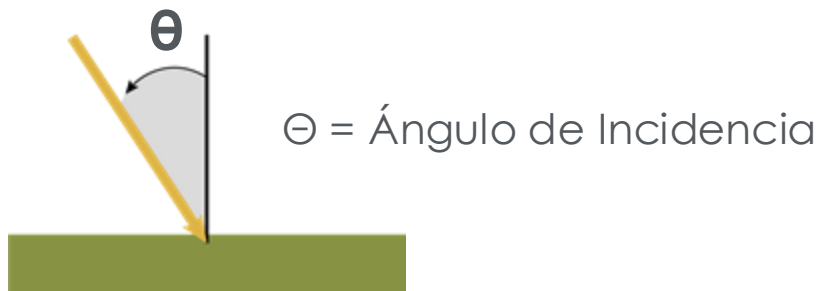
Reserva Forestal Pacaya-Samiria en el Perú

Imágenes de UAVSAR (HH, HV, VV)



Parámetros del Radar: Ángulo de Incidencia

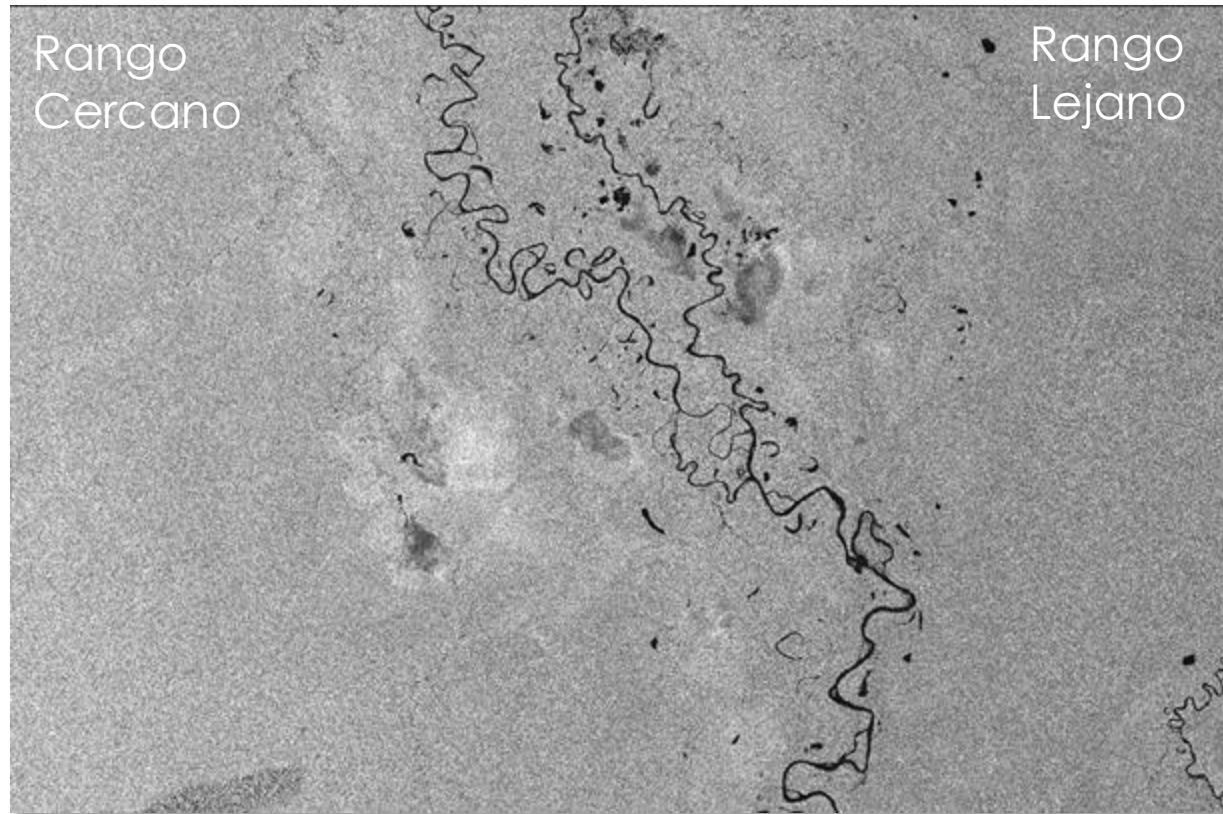
- El ángulo entre la dirección de la iluminación del radar y el plano de la superficie de la tierra.
- Depende de la altura del sensor.
- Influye en la intensidad de la imagen.
- Es por esto que la geometría de una imagen varía de un punto a otro en la dirección del rango.



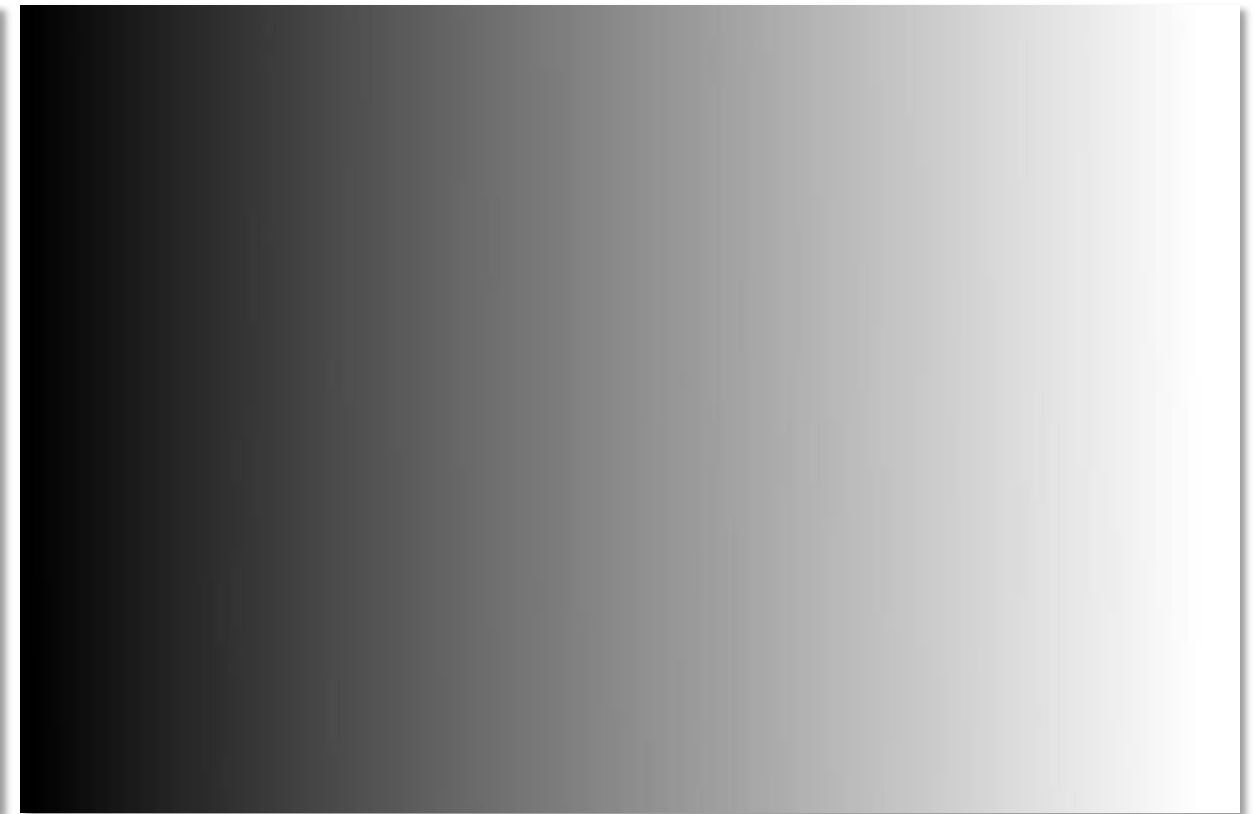
Fuente de la Imagen: Ulaby et al. (1981a) y la ESA

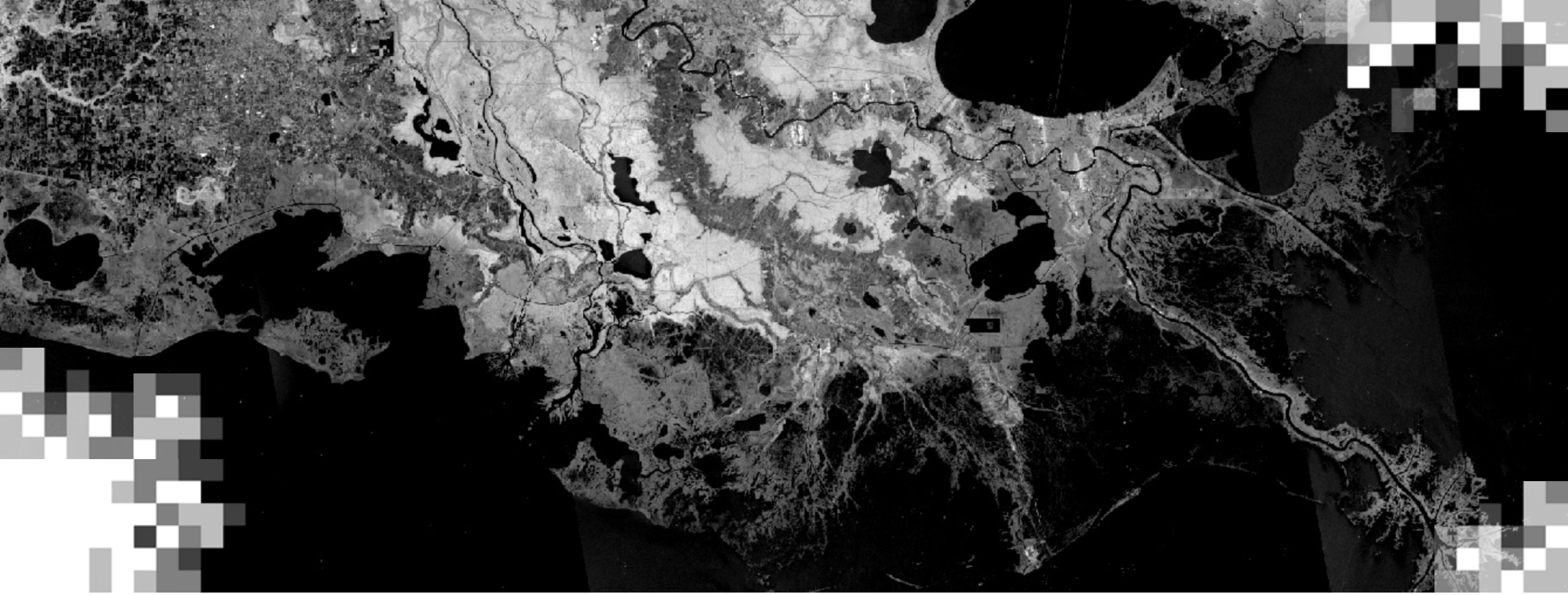


Efecto de la Variación del Ángulo de Incidencia



Sentinel-1





Parámetros de la Superficie que Influyen en la Señal

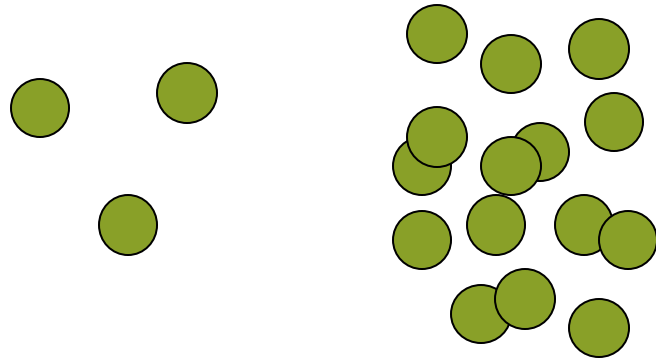
Retrodispersión de Radar

- El eco de radar contiene información sobre la superficie, la cual se caracteriza por la retrodispersión de la onda electromagnética incidente.
- Esta dispersión depende de:
 - La frecuencia o longitud de la onda: Parámetro del Radar
 - La polarización: Parámetro del Radar
 - El Ángulo de Incidencia: Parámetro del Radar
 - **La Estructura (rugosidad de la superficie relativa a la longitud de onda):** Parámetro de la Superficie
 - **La Humedad (constante dieléctrica):** Parámetro de la Superficie

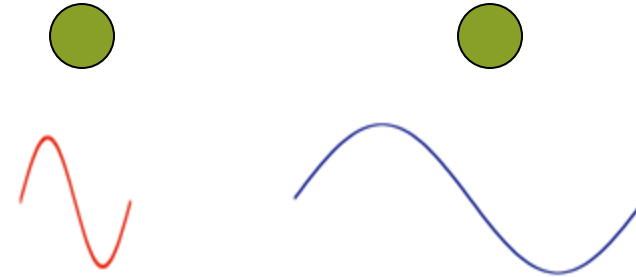


Estructura: Densidad, Tamaño y Orientación

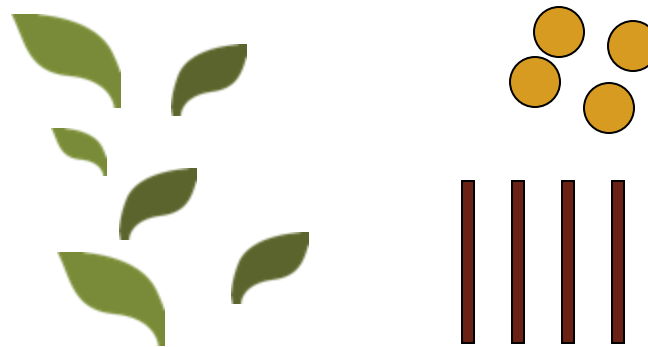
Densidad



Tamaño Relativo a la Longitud de Onda



Tamaño y Orientación



Tamaño Relativo a la Longitud de Onda



Austrian pine



X band
 $\lambda = 3 \text{ cm}$



L band
 $\lambda = 27 \text{ cm}$



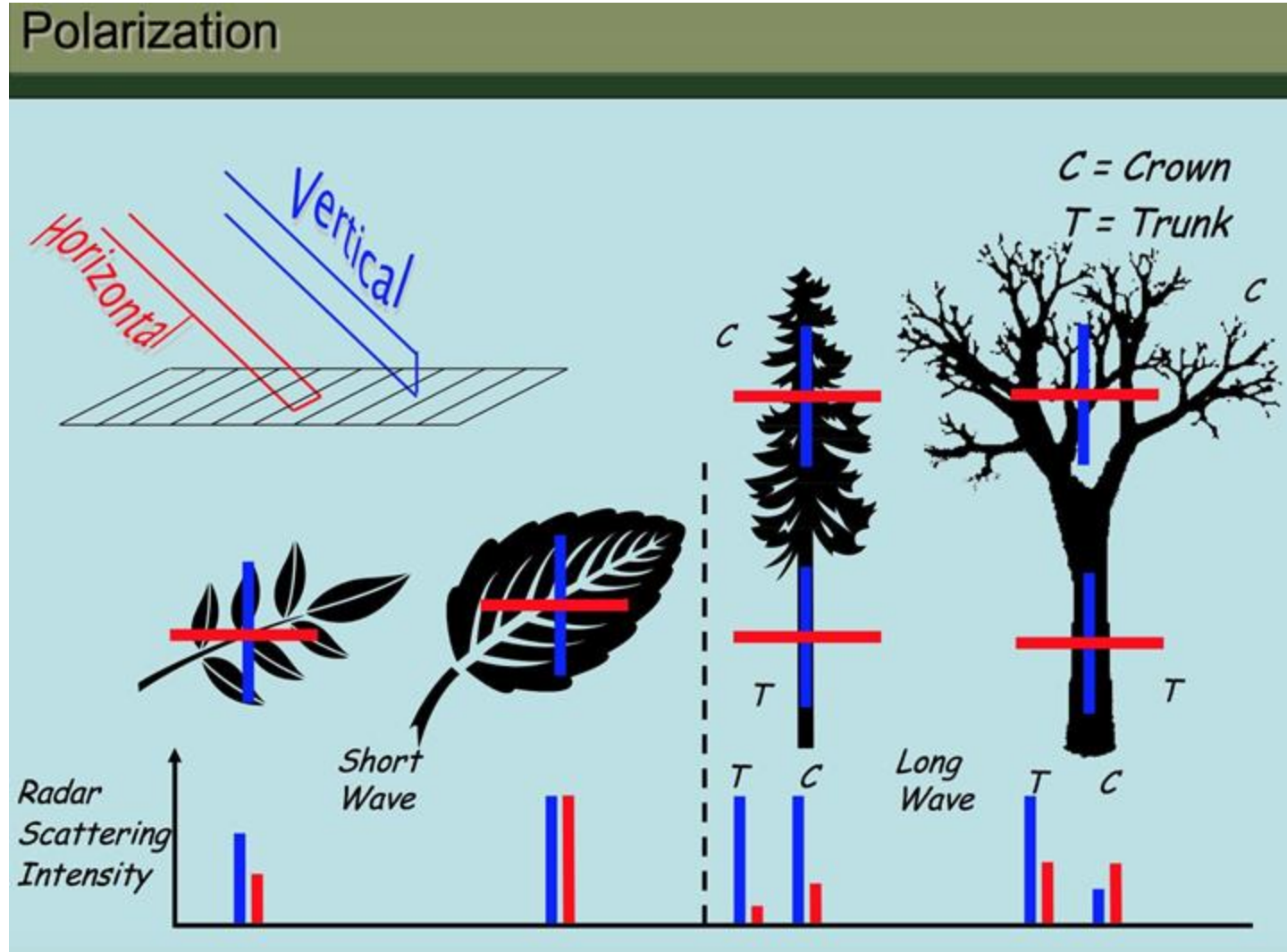
P band
 $\lambda = 70 \text{ cm}$

Fuente de la Imagen: Thuy le Toan

NASA ARSET – An Introduction to SAR and Its Applications



Tamaño y Orientación



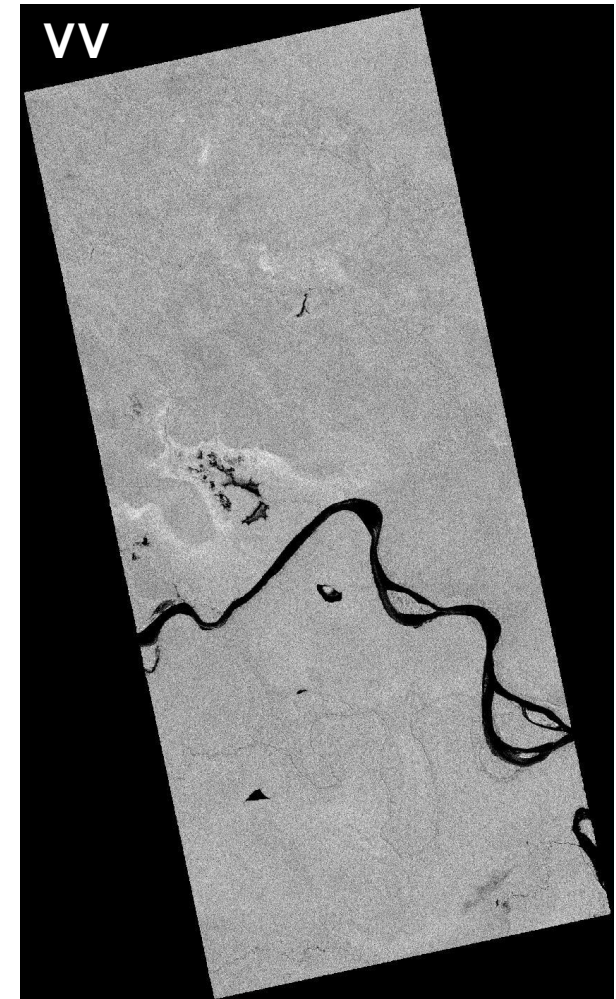
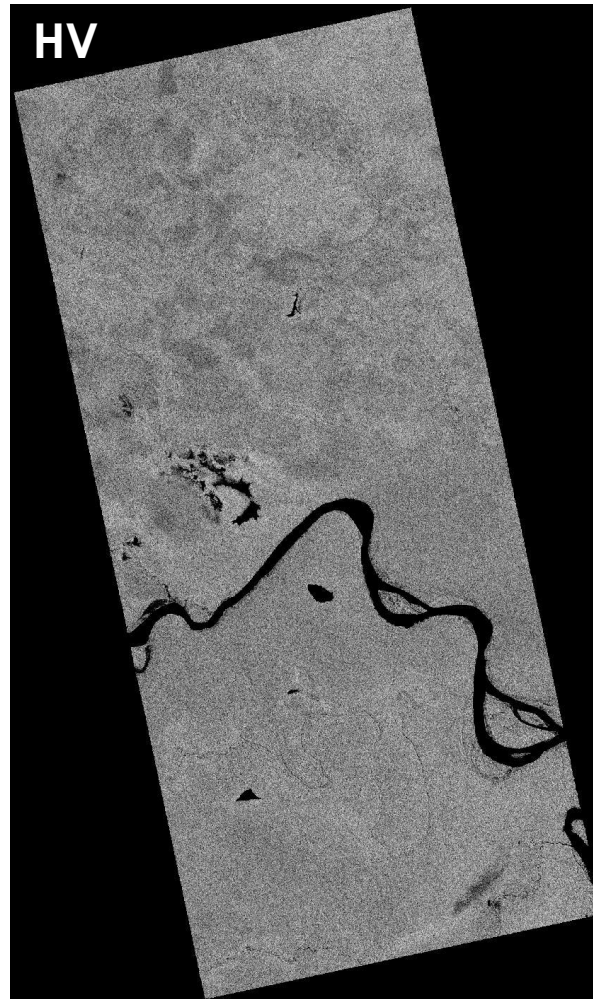
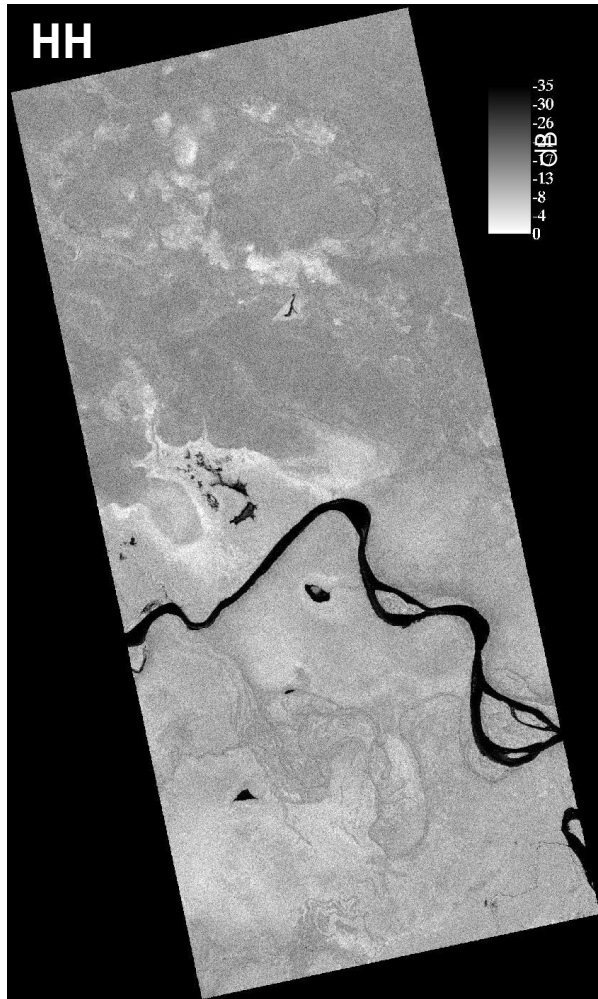
Fuente de la Imagen: Walker, W. *Introduction to Radar Remote Sensing for Vegetation Mapping and Monitoring*

NASA ARSET – An Introduction to SAR and Its Applications



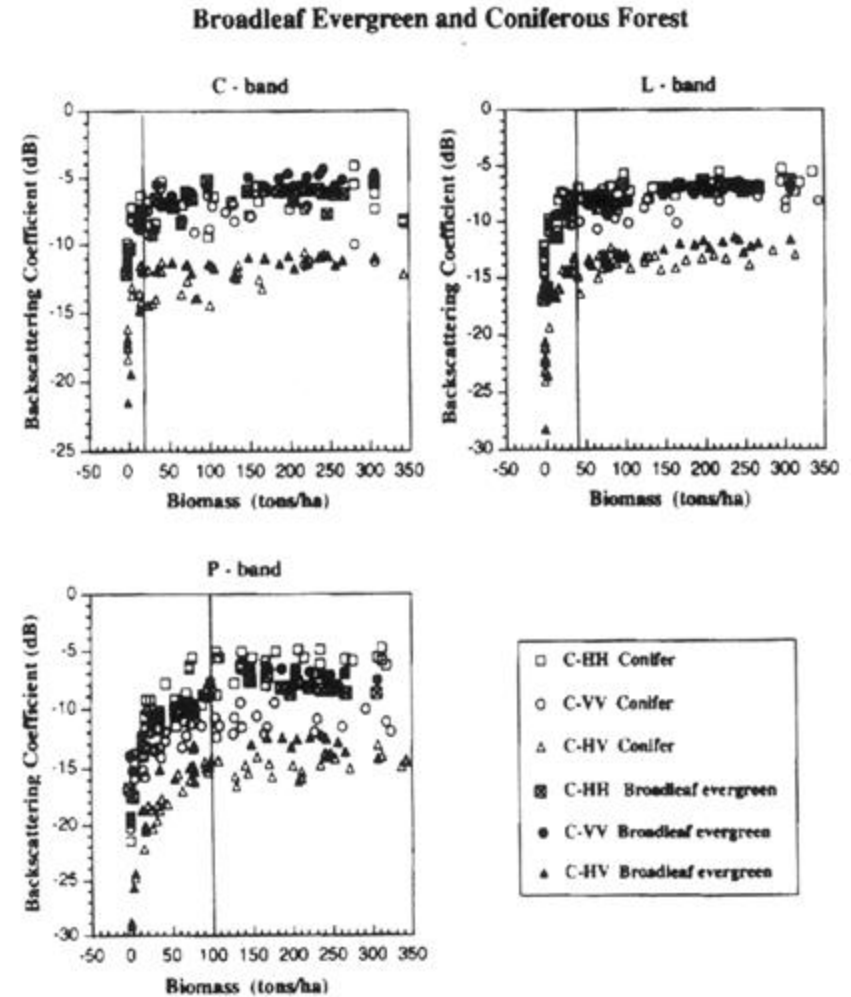
Orientación y Penetración de la Señal

Imágenes de Palsar (Banda-L) sobre Pacaya-Samiria en el Perú



Densidad

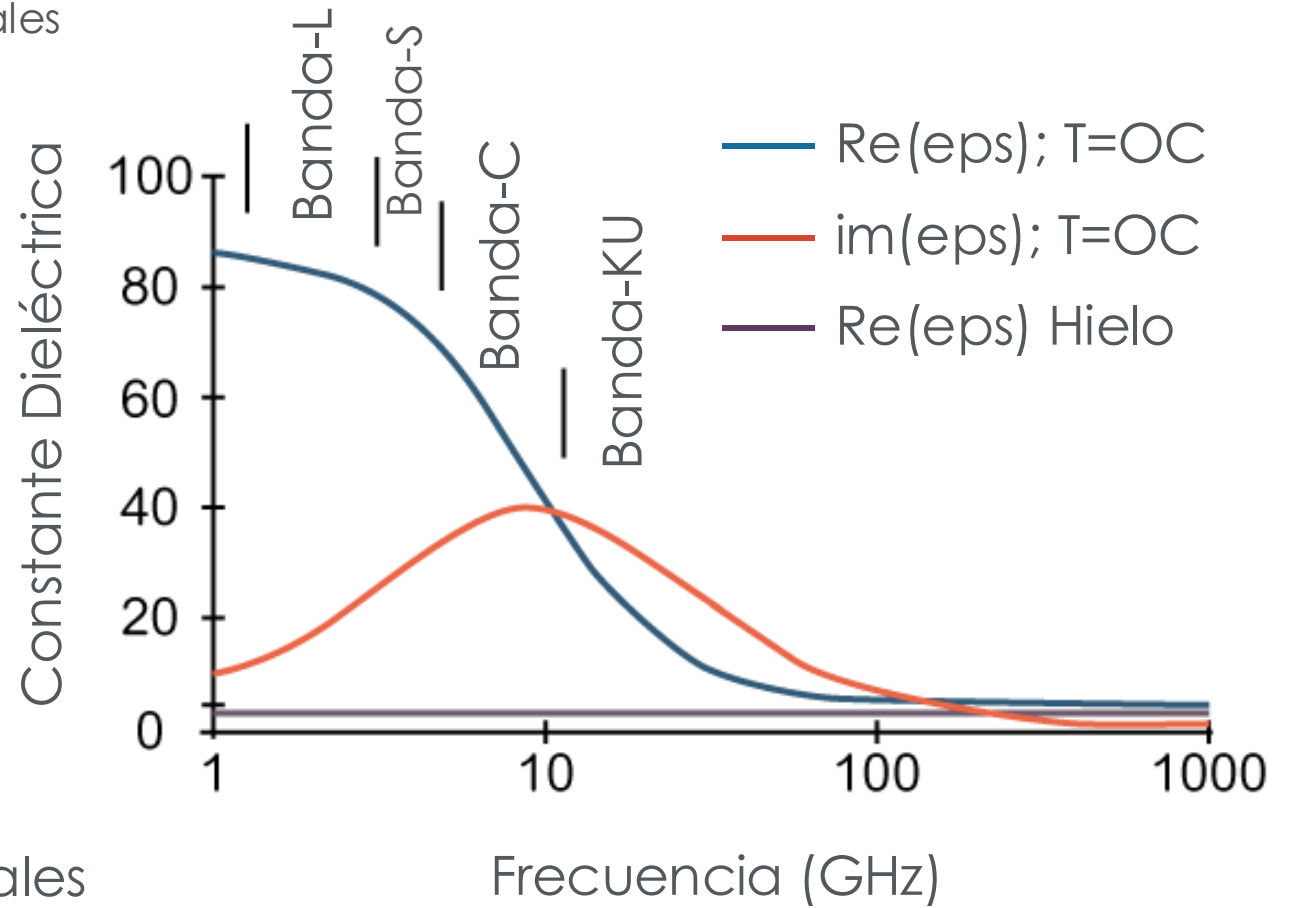
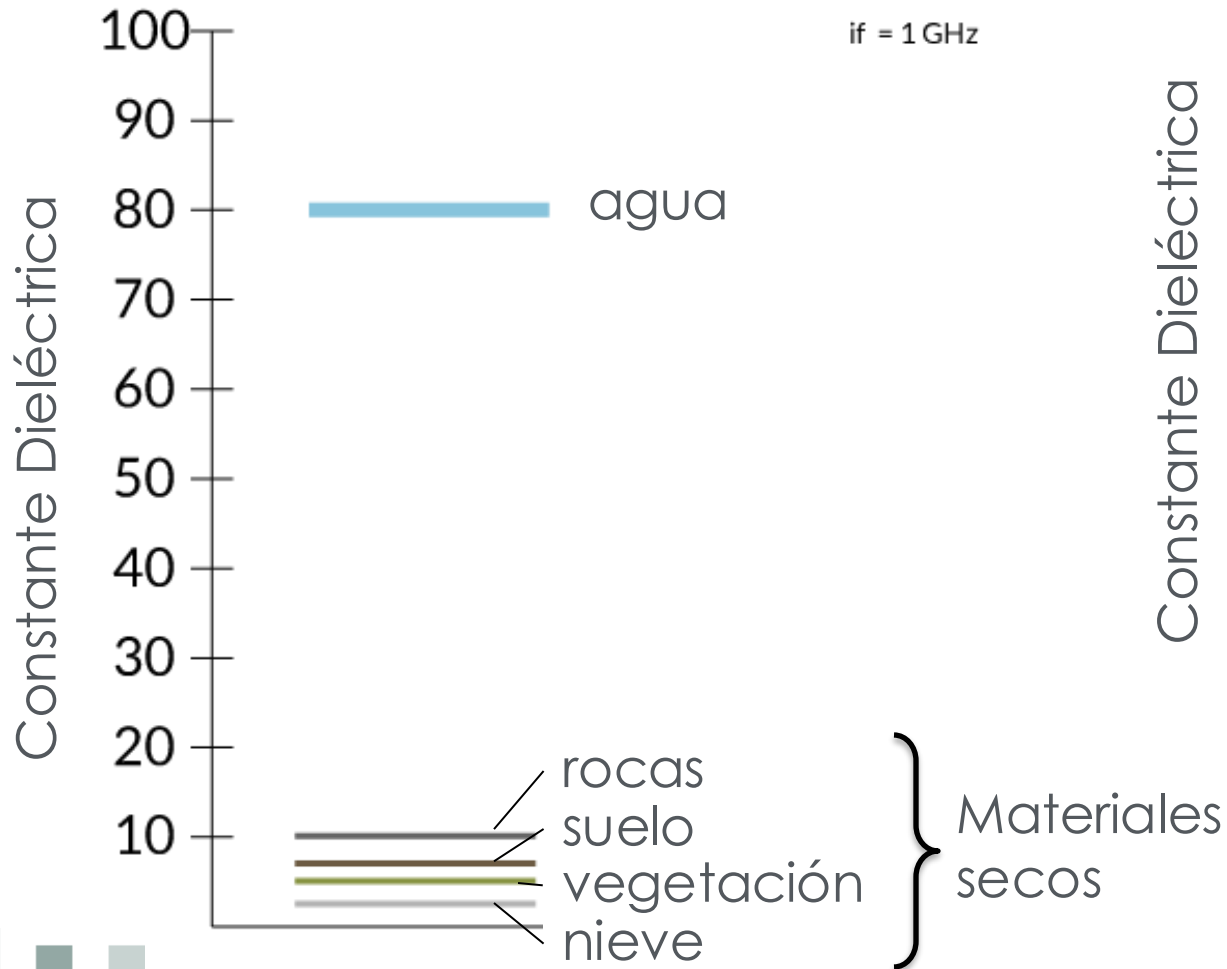
- Problema de Saturación
- Datos/Instrumento
 - AIRSAR Polarimétrico de NASA/JPL Operando en las bandas C, L y P
 - Ángulo de incidencia: 40°-50 °
- C-band ≈ 20 toneladas/ha (2 kg/m²)
- Banda-L ≈ 40 toneladas/ha (4 kg/m²)
- P-band ≈ 100 toneladas/ha (10 kg/m²)



Parámetro de la Superficie: Constante Dieléctrica

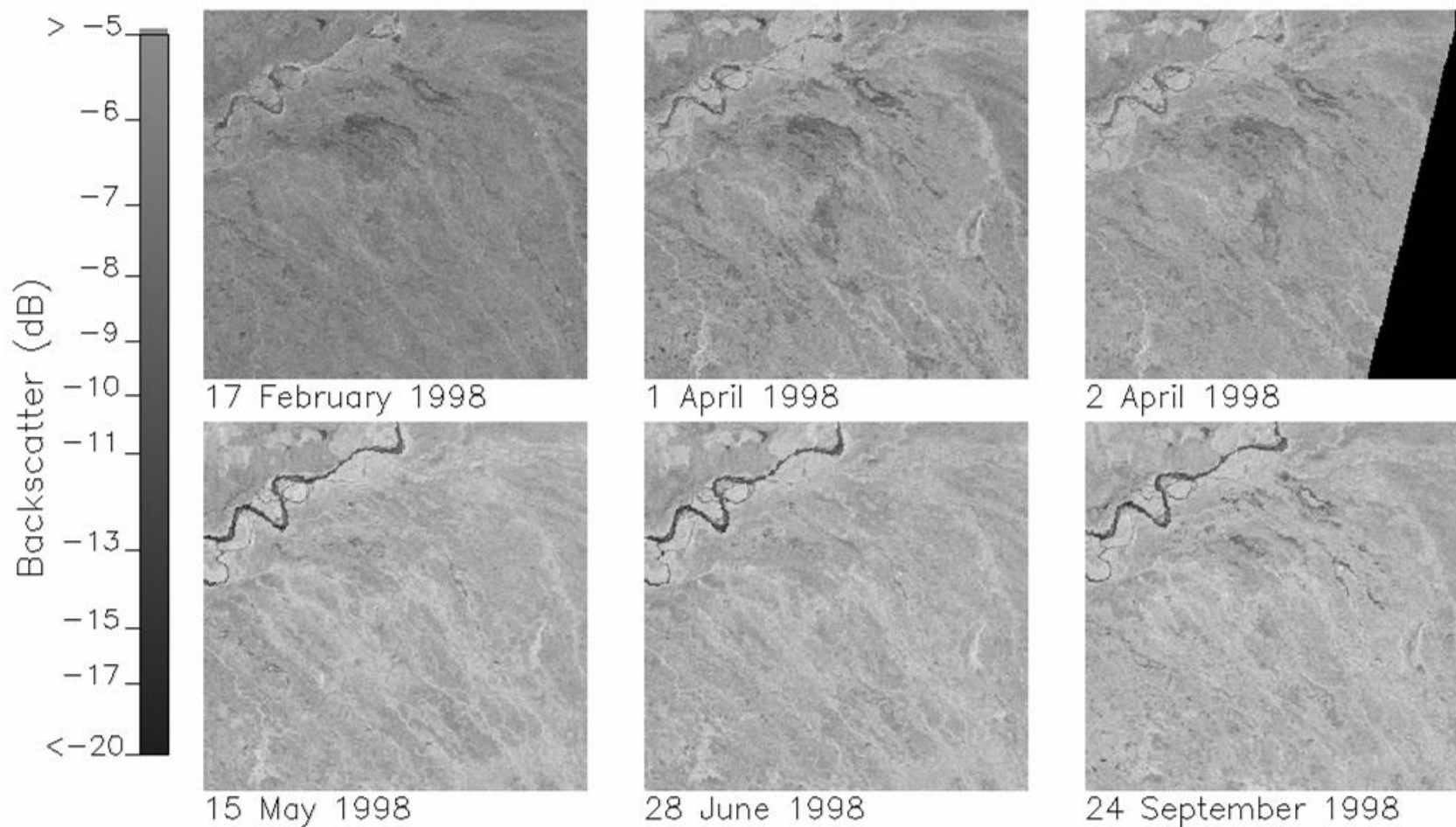


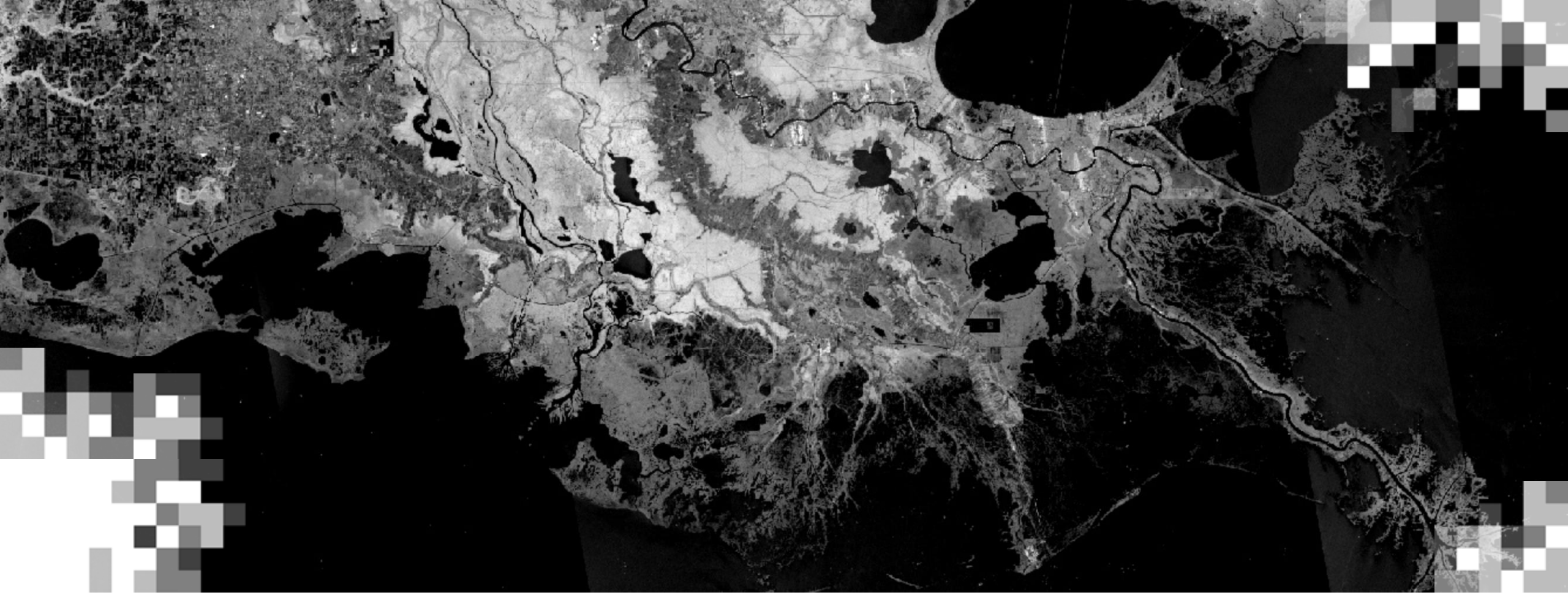
Propiedades Dieléctricas de Diferentes Materiales



Propiedades Dieléctricas de la Superficie y su Estado Congelado o Descongelado

- Durante la transición de congelado/ descongelado de la superficie terrestre se produce un cambio en las propiedades dieléctricas de esta.
- Esto provoca un aumento notorio de la retrodispersión.

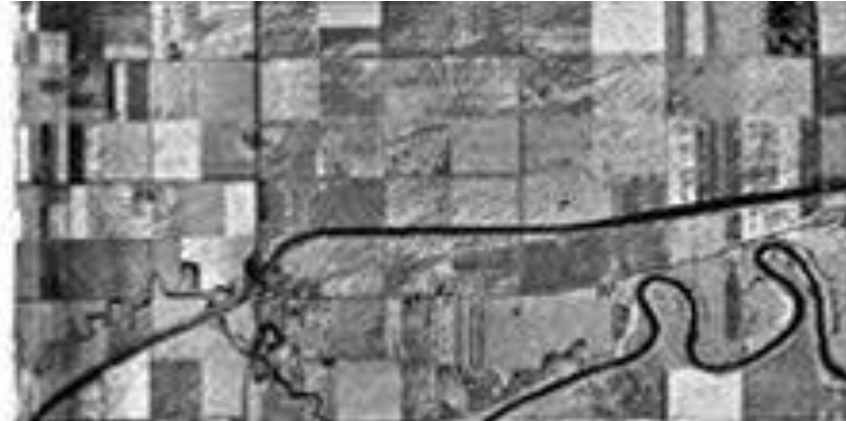




Distorsiones Radiométricas y Geométricas

Distorsión en el Rango Oblicuo (Slant Range Distortion)

Rango Oblicuo o Inclinado



Rango Terrestre



Fuente: Natural Resources Canada



Distorsión Geométrica: Inversion por Relieve y Escorzo

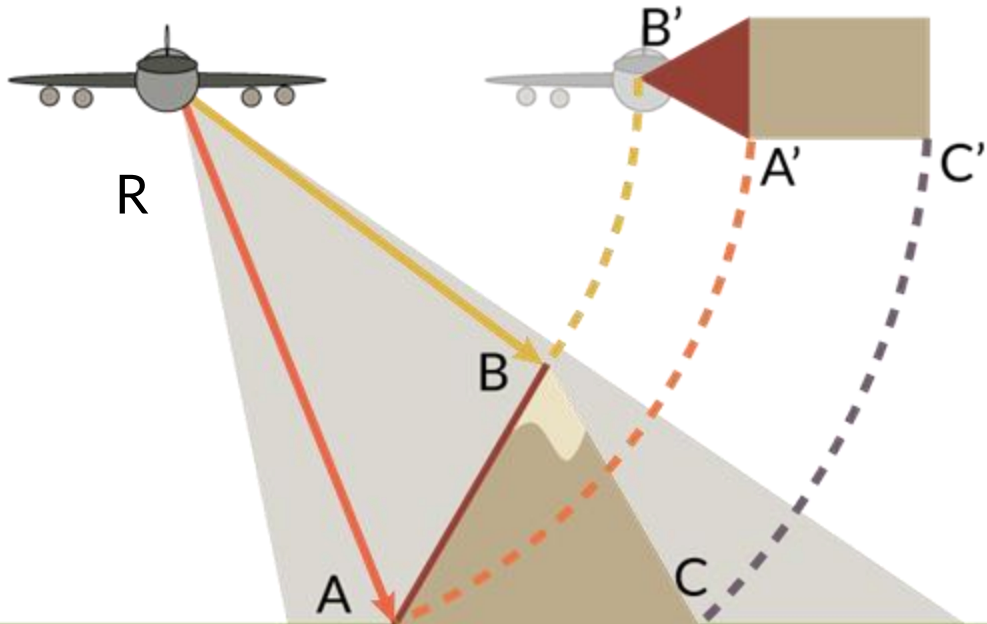
Inversión por Relieve (Layover)

$$AB = BC$$

$$A'B' < B'C'$$

$$RA > RB$$

$$RA' > RB'$$

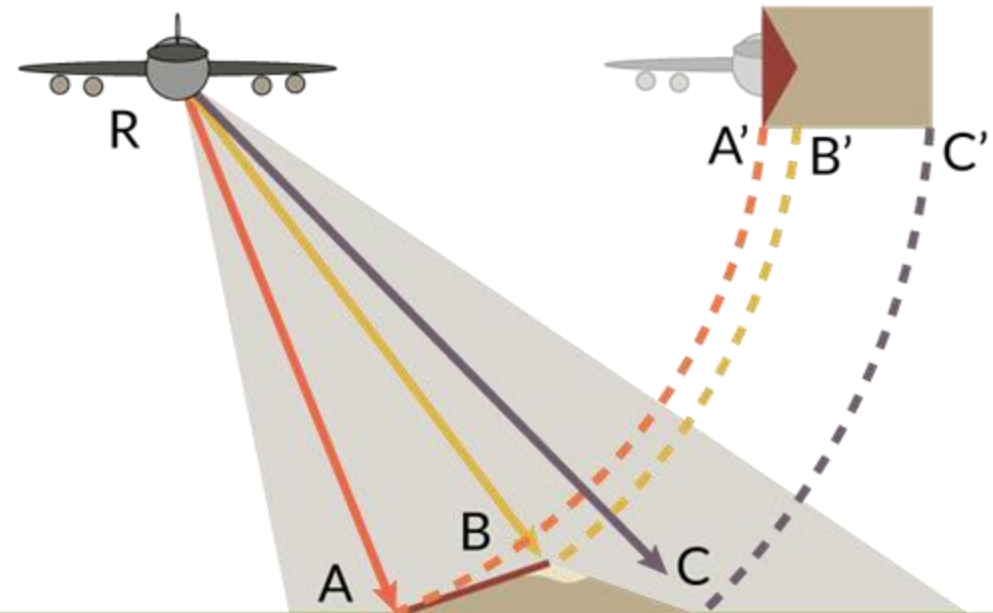


Escorzo (Foreshortening)

$$RA < RB < RC$$

$$AB = BC$$

$$A'B' < B'C'$$

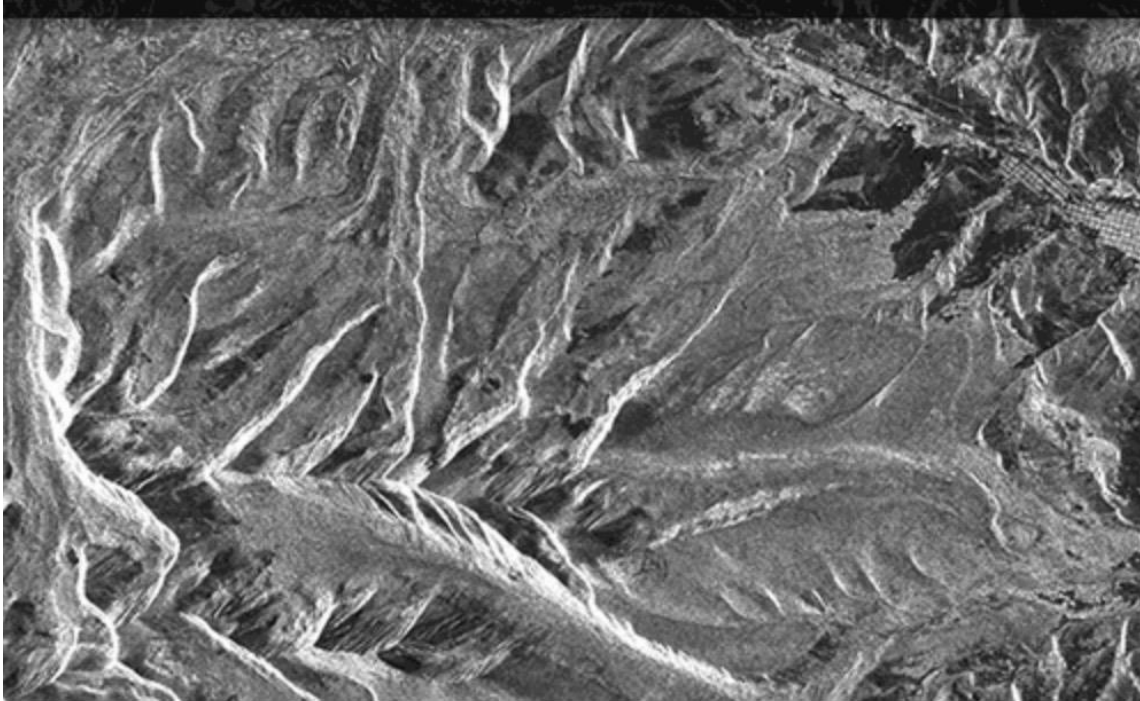


Fuente: Natural Resources Canada

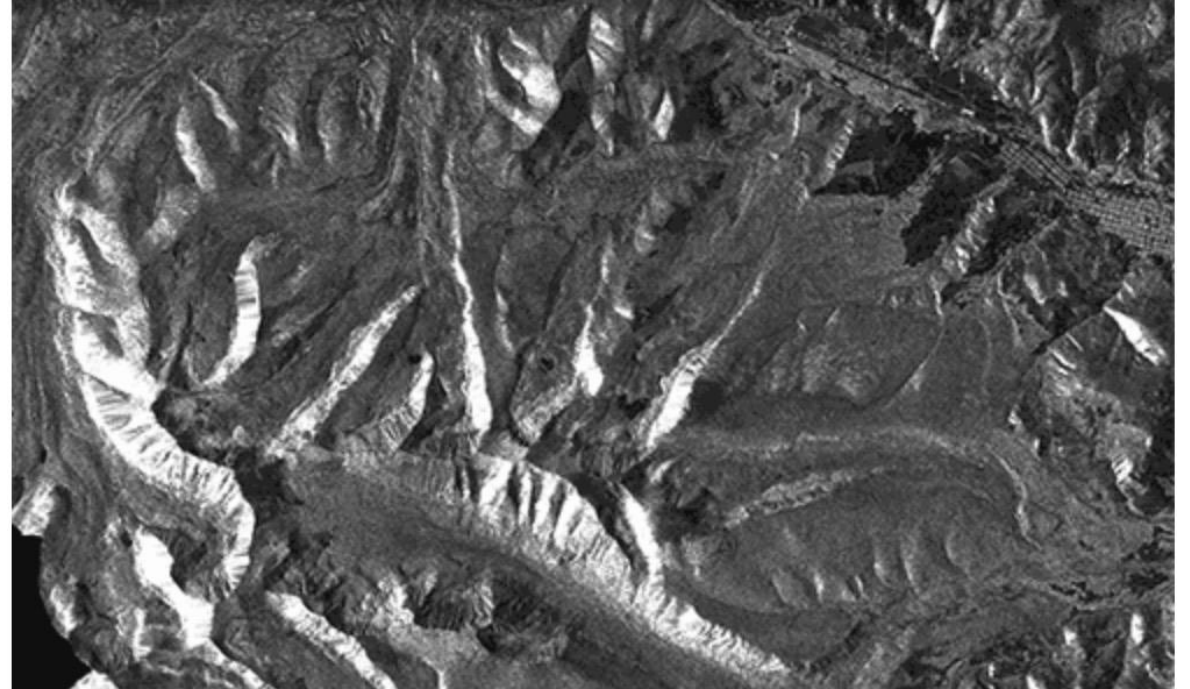


Escorzo (Foreshortening)

Antes de la Corrección



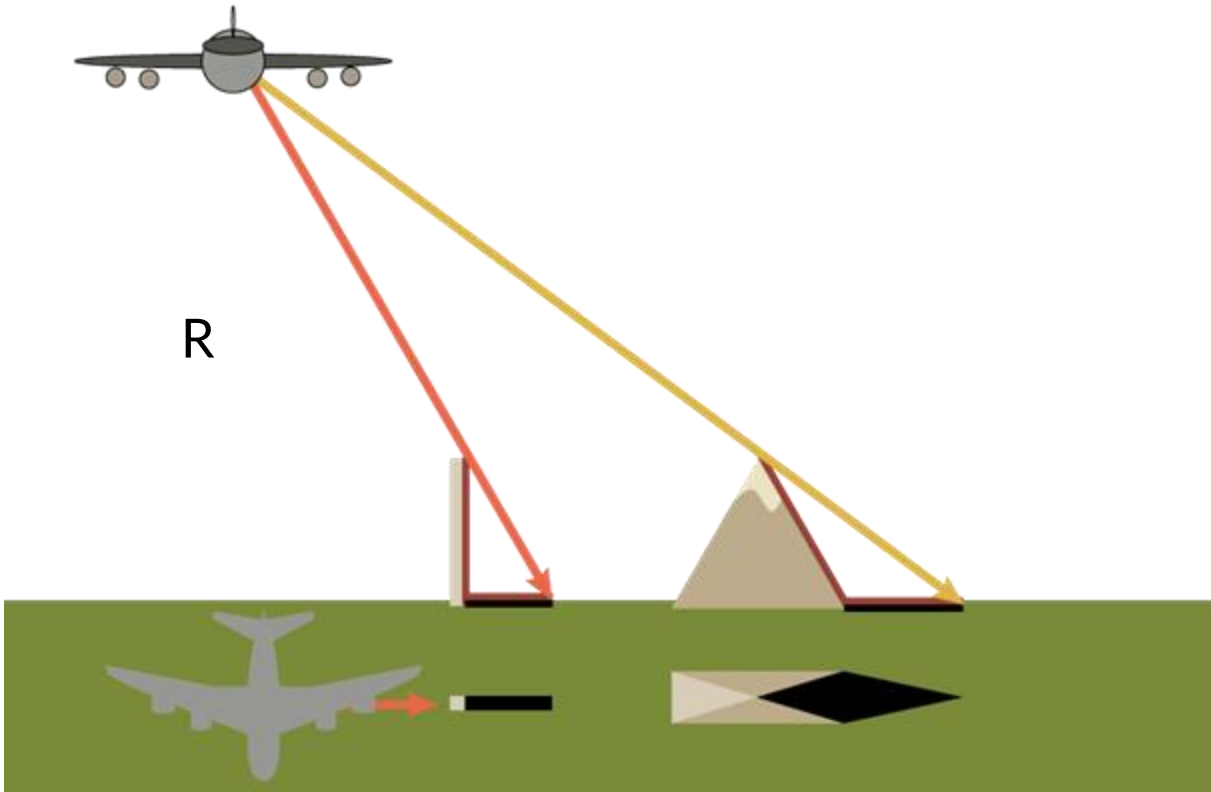
Después de la Corrección



Fuente: ASF



Sombra



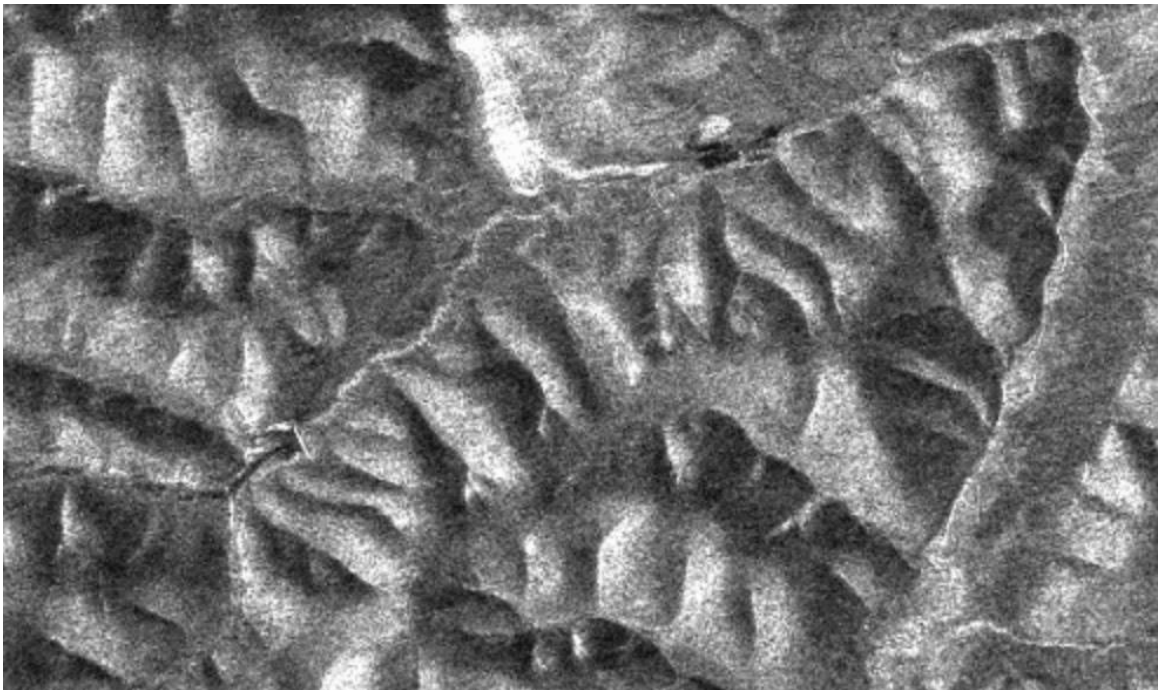
Fuente: Natural Resources Canada



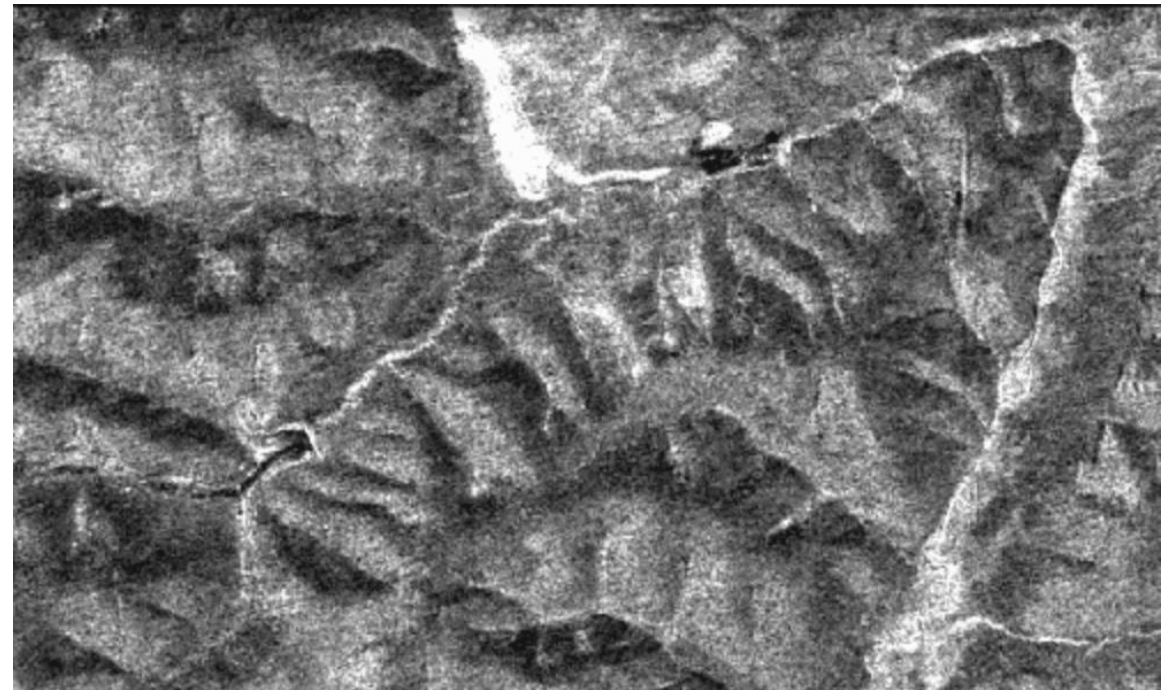
Distorsión Radiométrica

- La influencia de la topografía en la retrodispersión debe de ser corregida.
- Esta corrección elimina valores altos en áreas de topografía compleja.

Antes de la Corrección

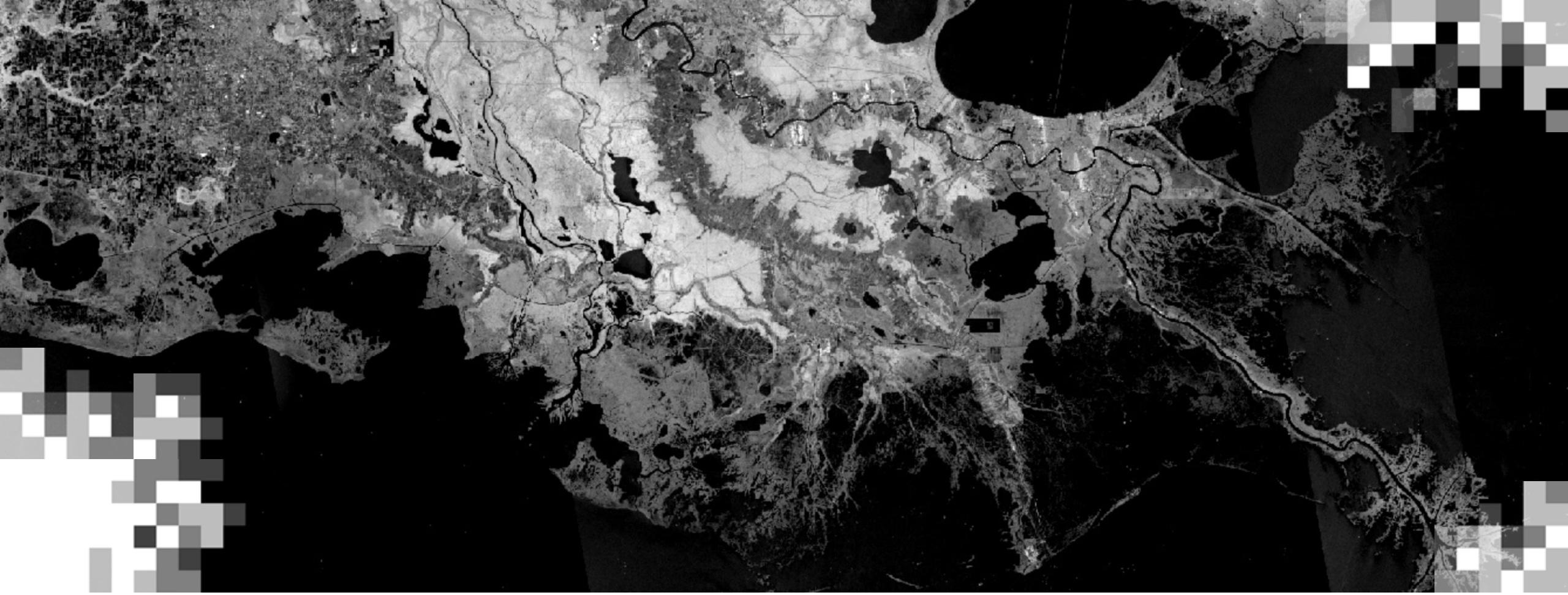


Después de la Corrección



Fuente de la Imagen: ASF

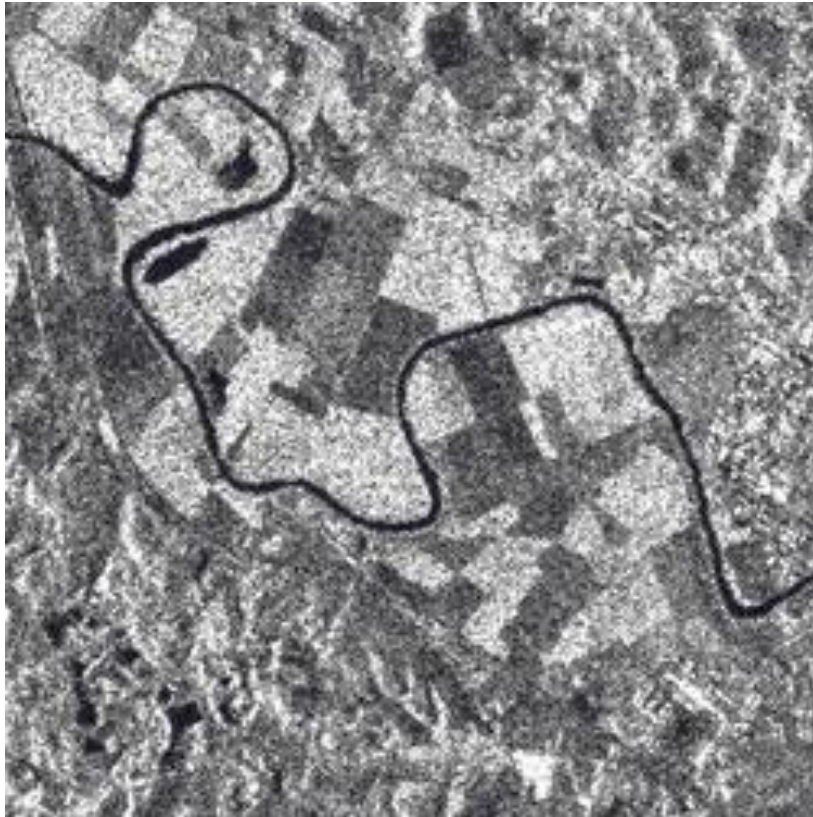




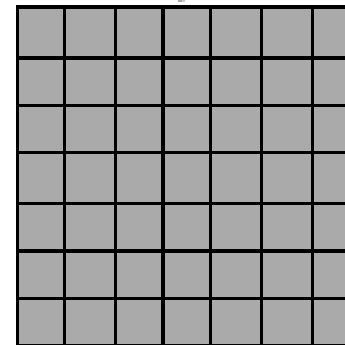
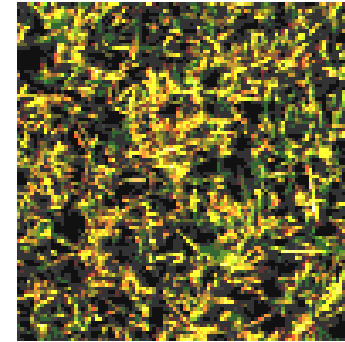
Speckle (Moteado)

Speckle (Moteado)

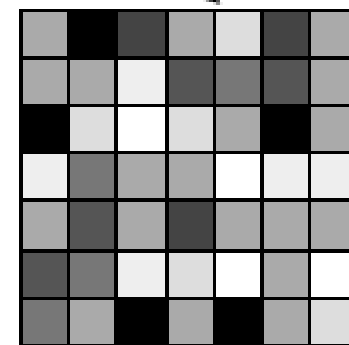
- El **Speckle** o moteado es un 'ruido' granular que existe de manera inherente y degrada la calidad de las imágenes SAR.



Fuente de la Imagen: ESA



A



B

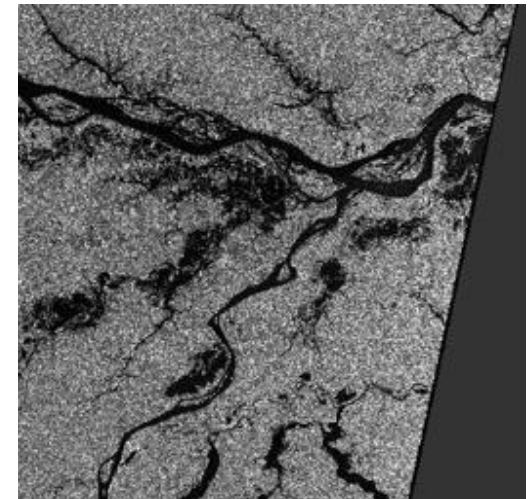
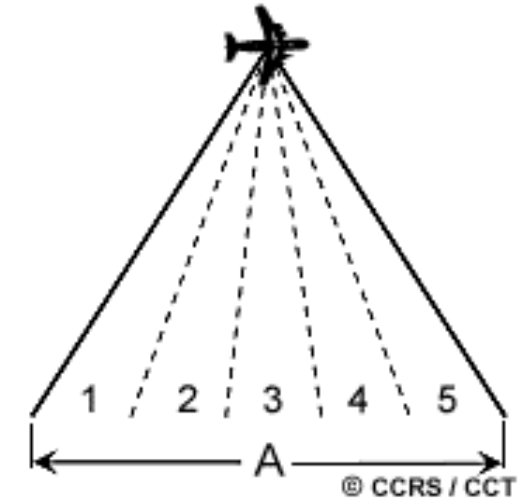
© CCRS / CCT

Fuente de la Imagen: Natural Resources Canada



Reducción de Speckle: Procesamiento Multi-Look

- Reducción de Speckle: Procesamiento Multi-Look.
 - P. ej., 5 sub-haces en la imagen a la derecha
- Cada sub-haz proporciona un “look o mirada” al área iluminada.
- Cada “look” contiene speckle.
- Al promediar los diferentes “looks”, el speckle queda reducido en la imagen final.
- La resolución espacial también es reducida.

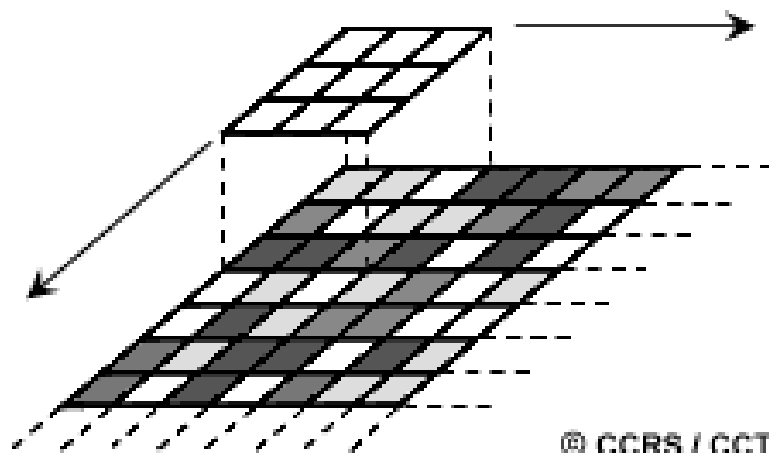


Fuente: Natural Resources Canada

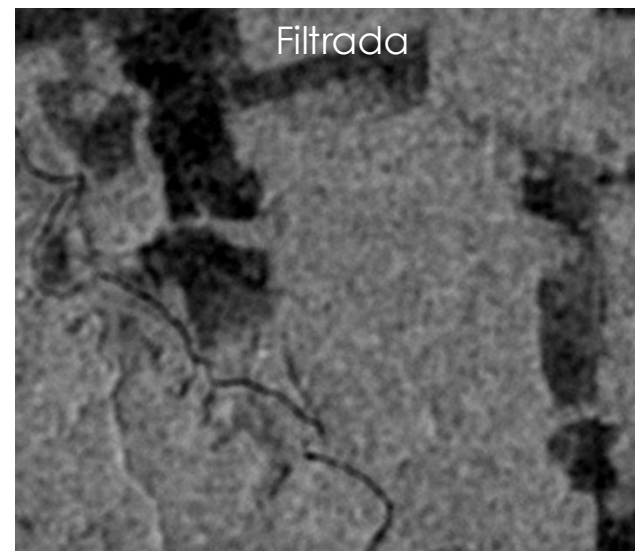
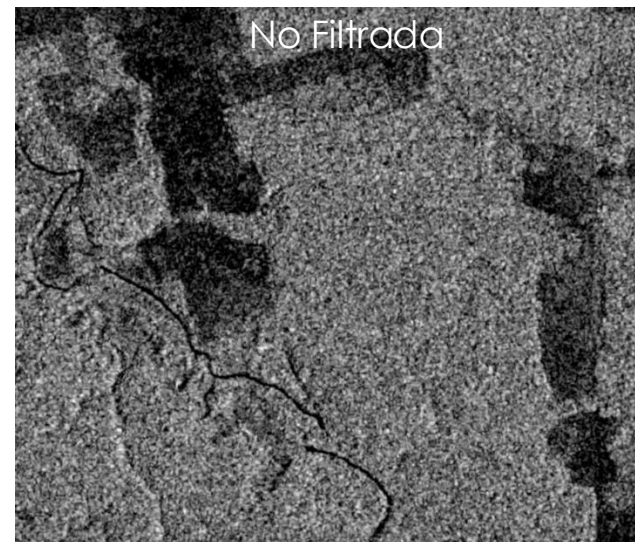


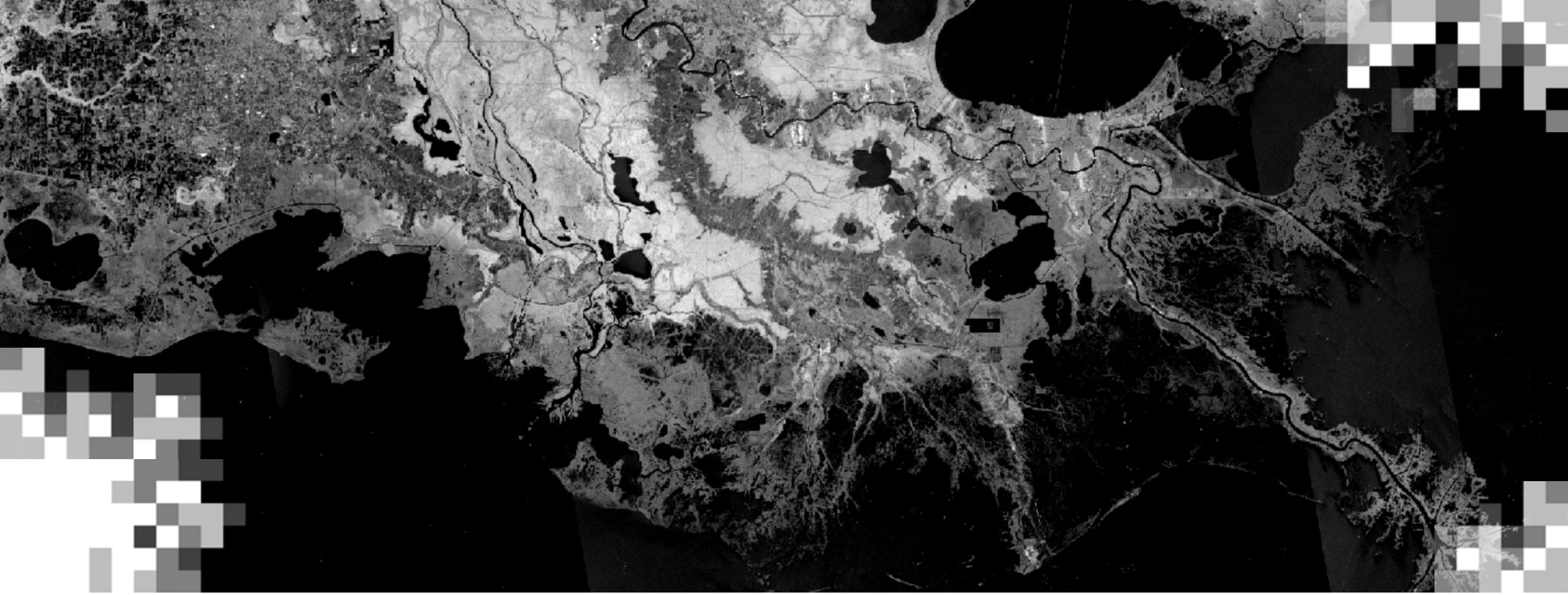
Reducción de Speckle: Filtrado Espacial

- Se coloca una ventana sobre cada píxel en la imagen
- Se aplican cálculos matemáticos a los valores del píxel dentro de la ventana
- El píxel central se reemplaza con el nuevo valor
- La ventana se mueve a lo largo de las dimensiones X e Y un píxel a la vez
- Reduce la apariencia visual del speckle y aplica un efecto alisador



Fuente: Natural Resources Canada



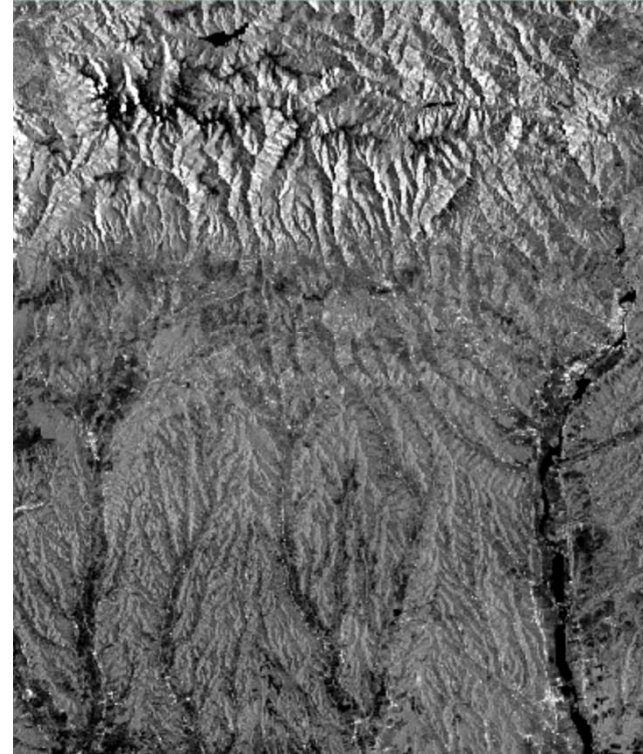


Consideraciones Adicionales

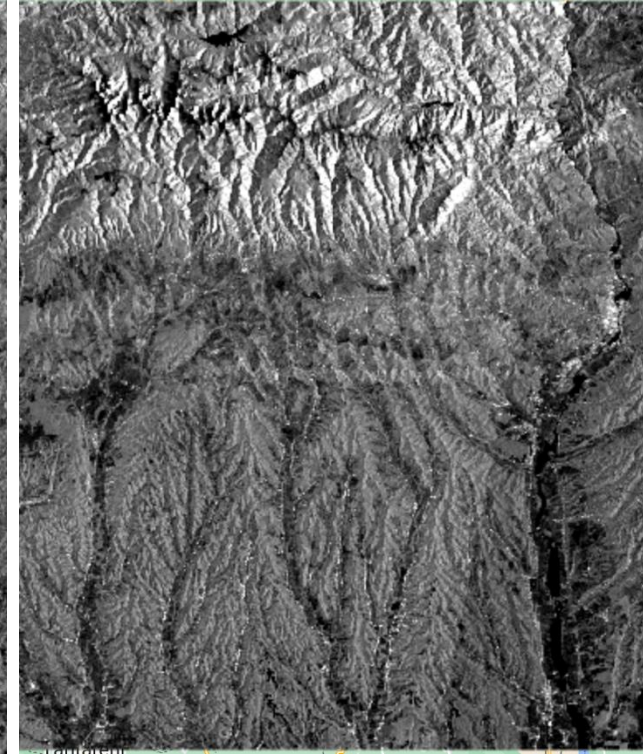
La Dirección de Mirada

- La dirección de observación de un SAR se refiere a la dirección a la que apunta la antena del radar al emitir y recibir la señal de radar.
- La iluminación de un área por el radar cambia con las adquisiciones de imágenes durante los sobrevuelos ascendentes y descendentes.
- La geometría de visualización es diferente entre sobrevuelos ascendentes y descendentes.
- Para el análisis de series temporales se recomienda no combinar datos de sobrevuelos ascendentes y descendentes.

Ascendente



Descendente



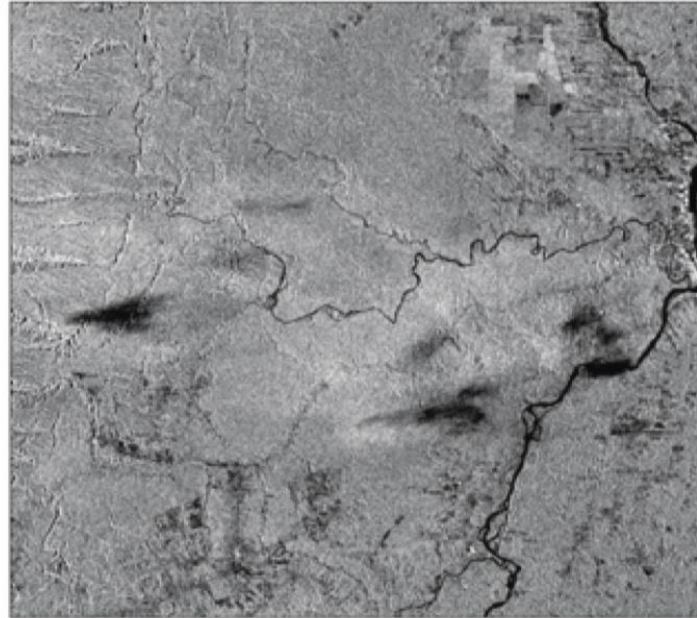
Fenómenos Meteorológicos

Sentinell1 C-Band Data over Ecuador

Band 3: 2016-02-17



Band 35: 2017-02-17

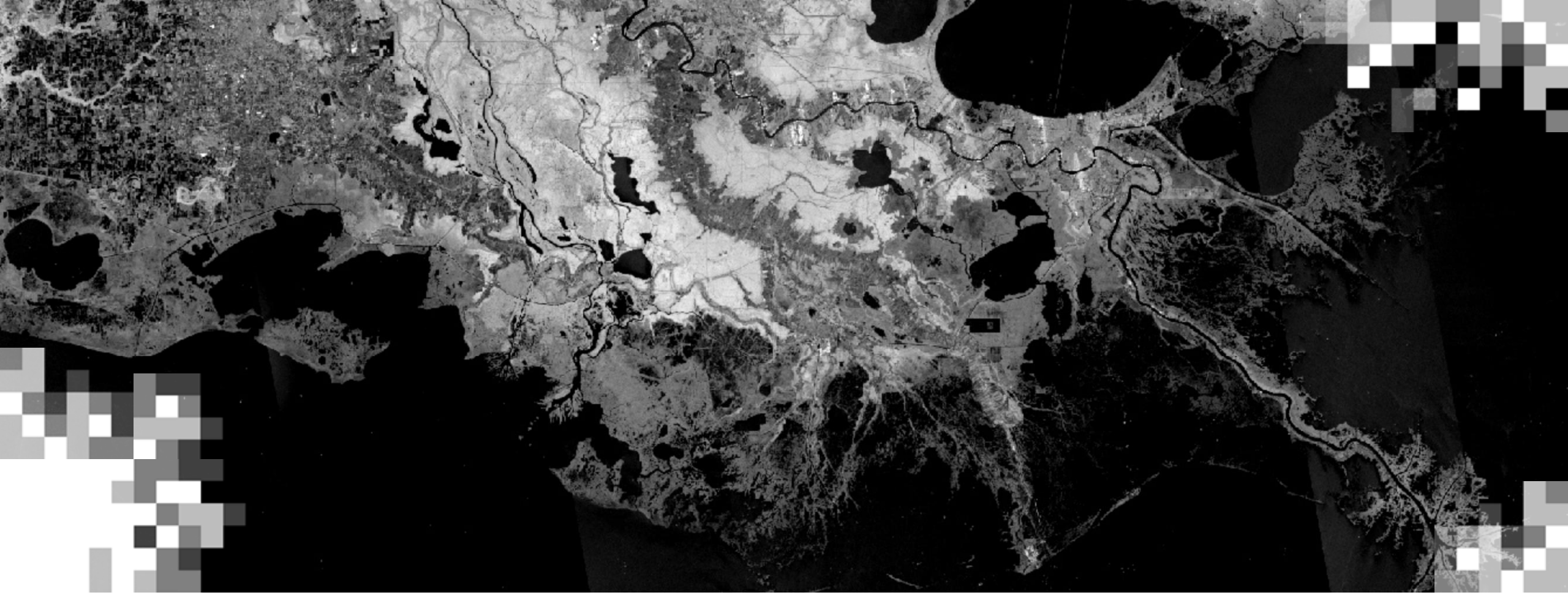


Band 59: 2018-02-12



Fuente de la Imagen: SAR Handbook, Capítulo 2 de Josef Kelndorfer

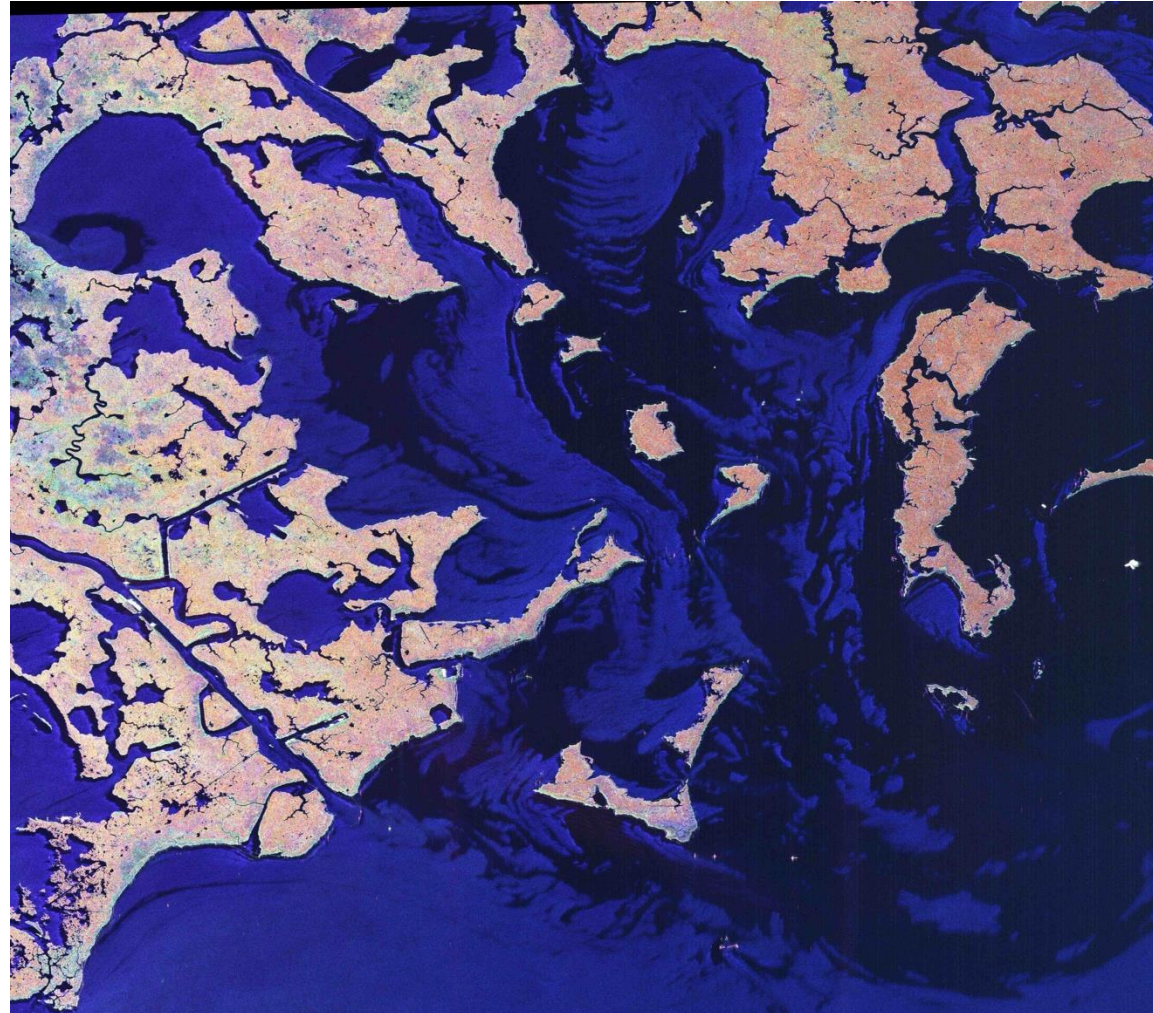




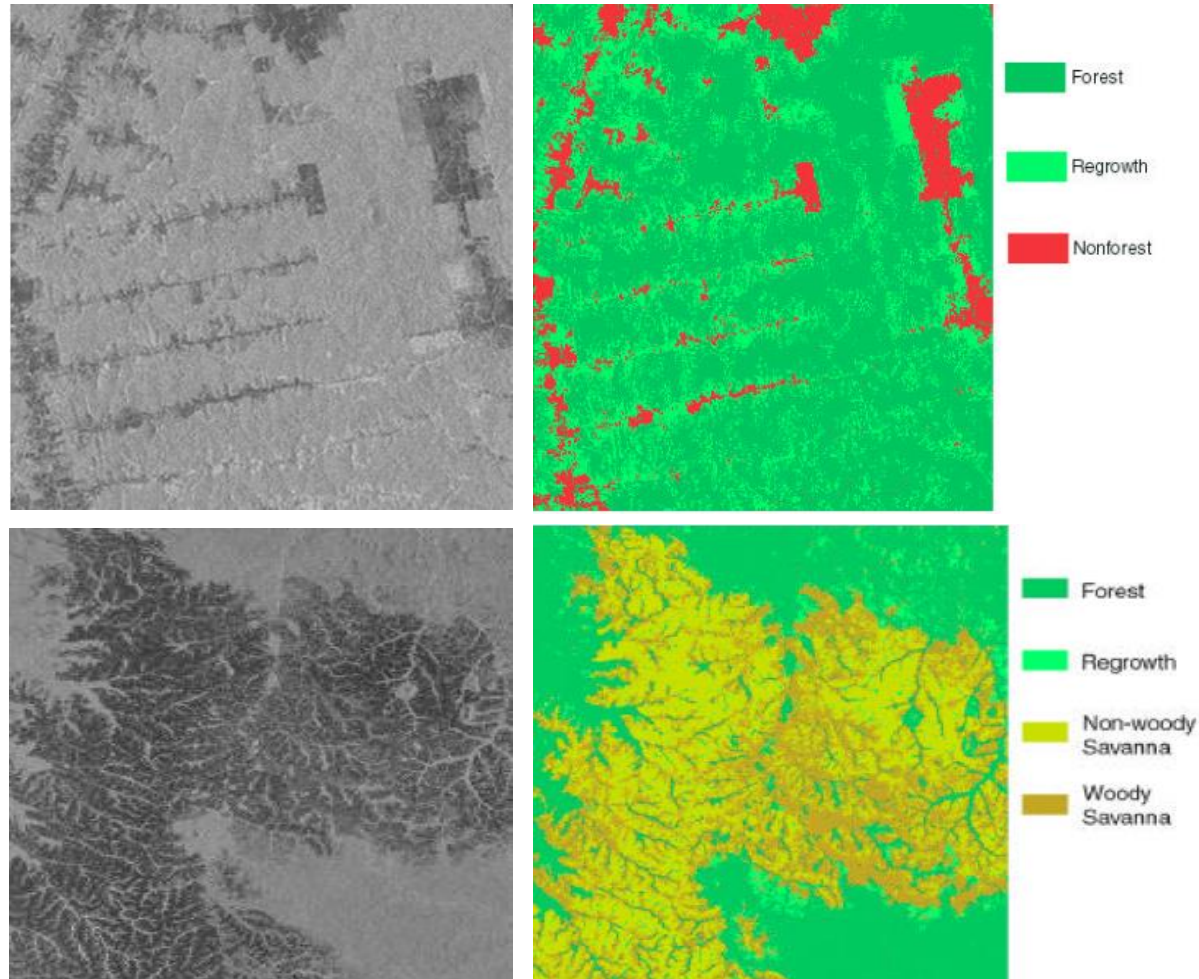
Aplicaciones de Datos SAR

Detección de Derramamientos de Petróleo en el Agua

UAVSAR (2 metros):
HH, HV, VV

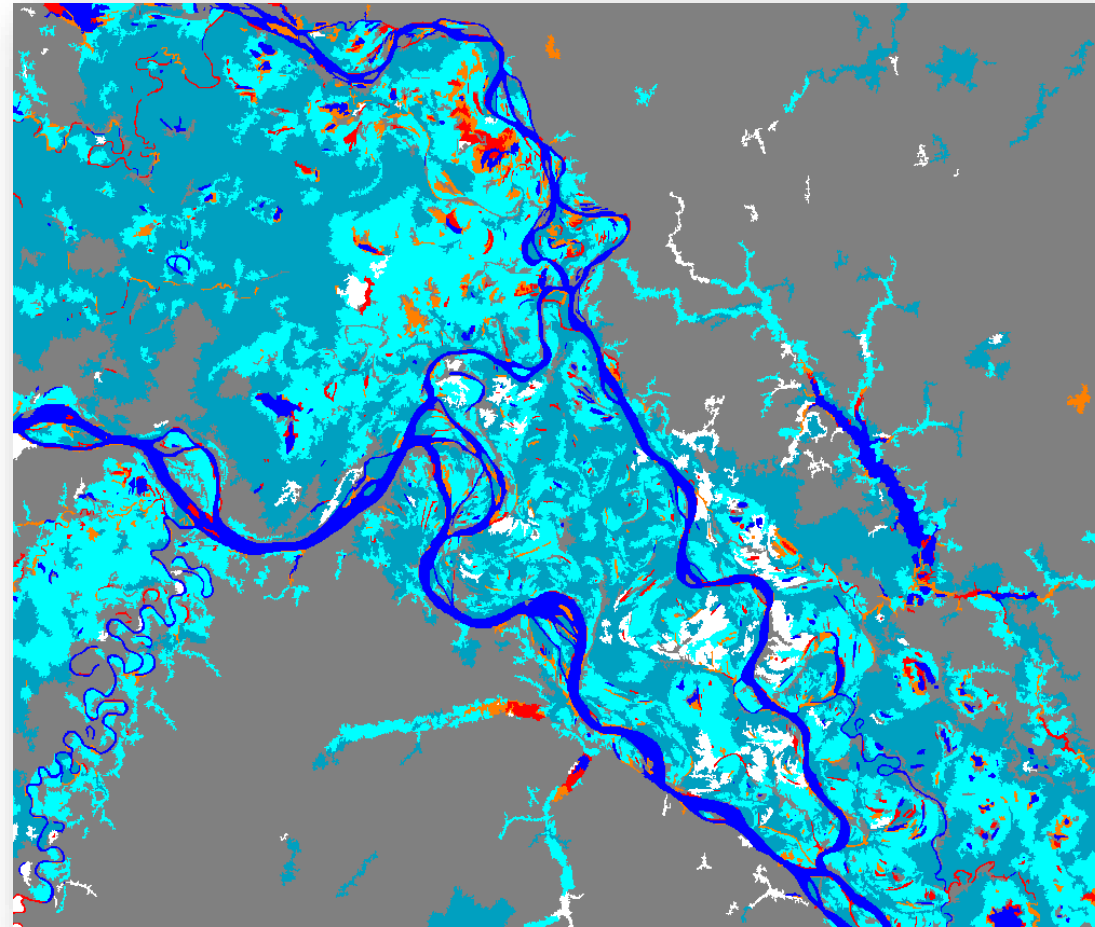
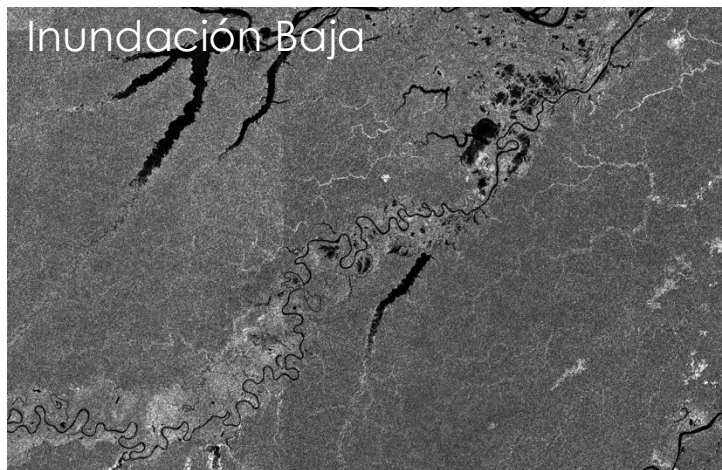
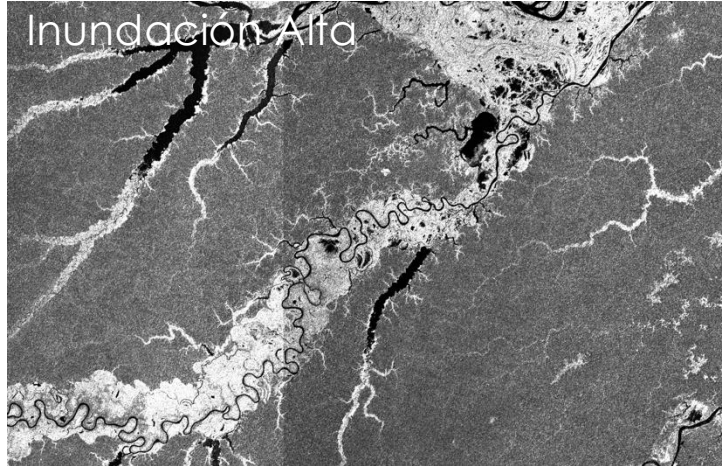


Clasificación de la Cobertura Terrestre



Brasil
JERS-1 Banda-L
Resolución de 100 metros

Inundación de Humedales



- Bosque, inundado 1-2 m/año
- Bosque, inundado 3-6 m/año
- Bosque, inundado > 6 m/año
- Cuerpos de agua
- Macrófitos y bosques
- Matorral
- No humedales

Humedales y sus períodos de inundación derivados de cambios en el estado de inundación utilizando PALSAR ScanSAR multifecha.

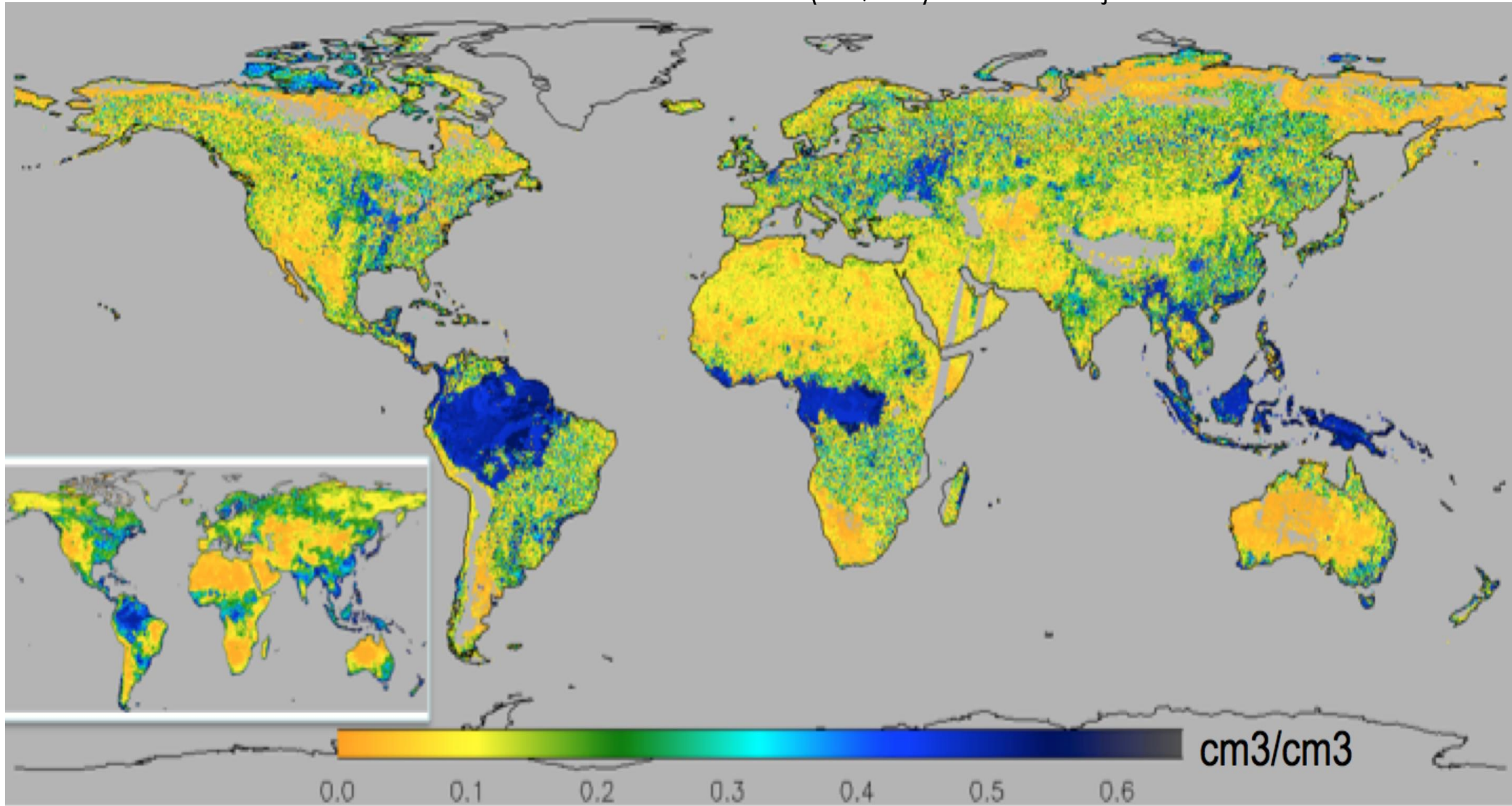
Fuente de la Imagen: L. Hess, B. Chapman, y K. McDonald

NASA ARSET – An Introduction to SAR and Its Applications

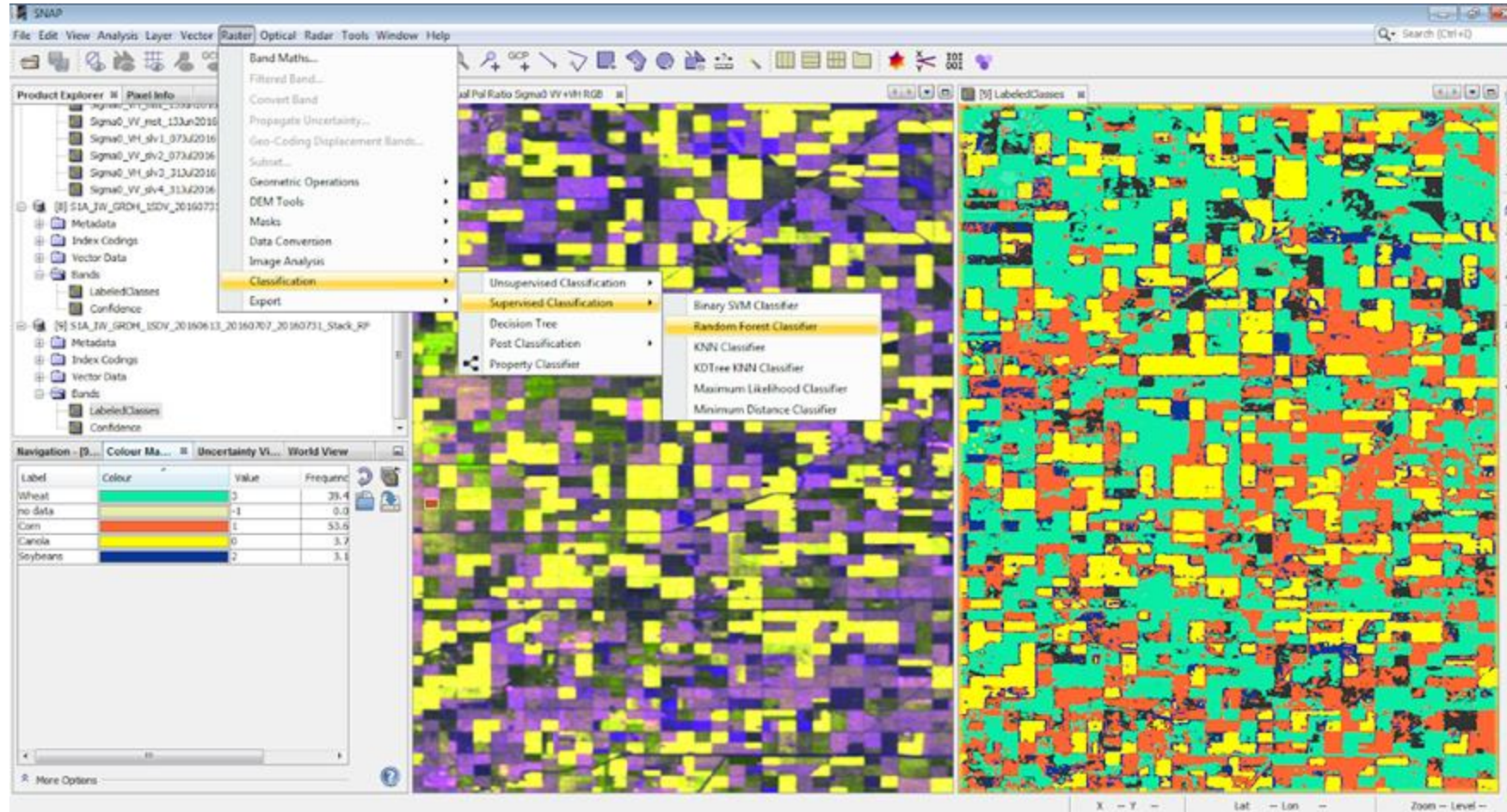


Monitoreo de la Humedad del Suelo

Humedad del Suelo del Radar de SMAP (HH, HV) – 19-26 de junio de 2015



Clasificación de Cultivos



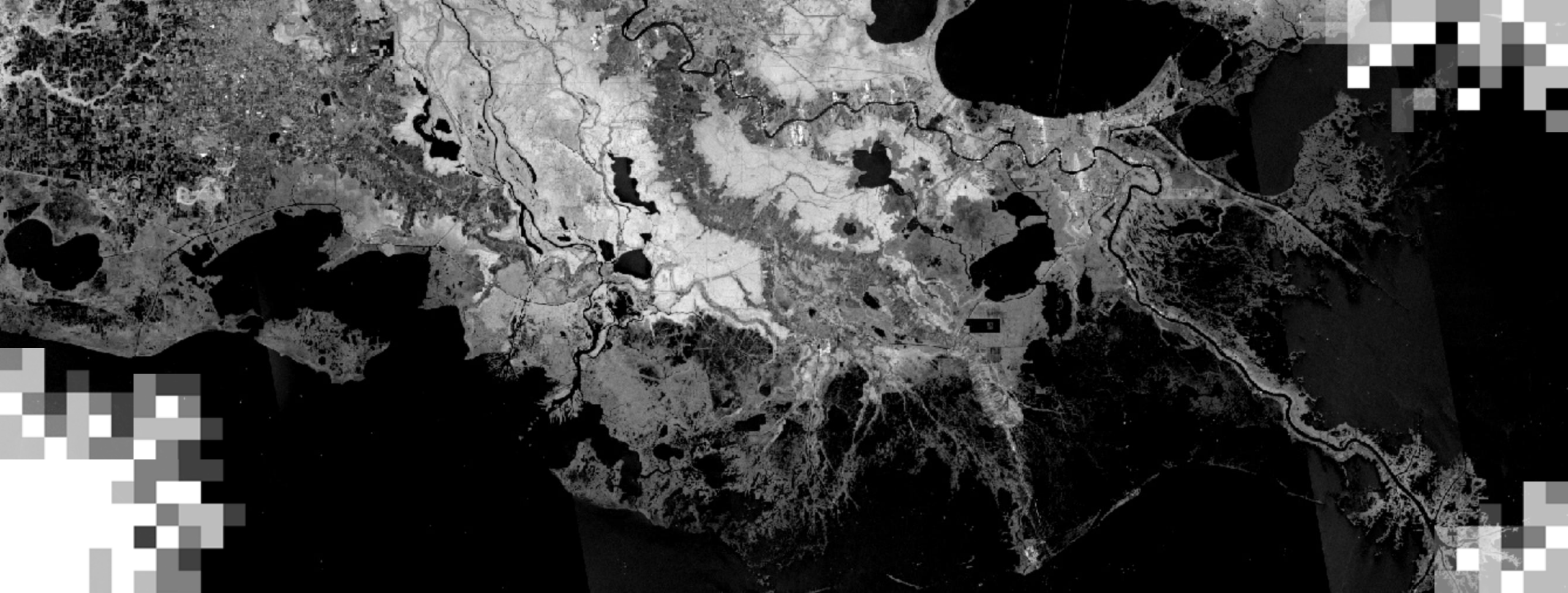
mapa de clasificaciones de tipos de cultivo

Label	Colour
no data	
Wheat	
Corn	
Canola	
Soybeans	

Fuente de la Imagen: H. McNair, Agricultura y Agroalimentación de Canadá

NASA ARSET – An Introduction to SAR and Its Applications





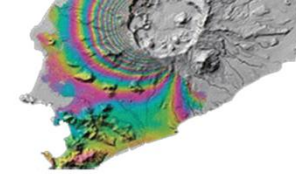
Datos SAR

Alaska Satellite Facility (ASF)

Synthetic Aperture Radar Data

OPEN SAR DATA

These SAR datasets are Open Data and available to download at **no cost**.



<https://asf.alaska.edu>



ALOS PALSAR

A JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) L-band satellite sensor active 2006-2011. Data coverage includes all of the Americas and many areas worldwide, with a 46-day repeat cycle.



ERS-2

An ESA C-band satellite active 1995-2011. Data coverage is primarily within the ASF and McMurdo ground station masks, with a 35-day repeat cycle.



UAVSAR

A NASA L-band airborne sensor active 2008-present. Data coverage over North, Central, and South America, Greenland, and Iceland.



SMAP

A NASA L-band satellite sensor active April-August 2015. Data coverage is worldwide, with a 3-day repeat cycle.



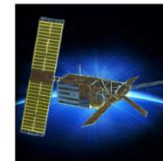
RADARSAT-1

A CSA (Canadian Space Agency) C-band satellite active 1995-2013. Data from ASF are available through 2009. Data coverage is worldwide, with a



Sentinel-1

An ESA (European Space Agency) C-band satellite constellation active in 2014-present. Data coverage is worldwide, with a 6-12 day repeat cycle.



ERS-1

An ESA C-band satellite active 1991-2000. Data coverage is primarily within the ASF and McMurdo ground station masks, with a 35-day repeat cycle.



AIRSAR

A NASA C-band, L-band, and P-band airborne sensor active 1988-2004. Data coverage is primarily over the United States.



Seasat

A NASA L-band satellite was active in 1978. Seasat was one of the first earth-observing orbital sensors. Coverage is primarily over northern oceans, with a 17-day repeat cycle.



Copernicus

The screenshot displays the Copernicus Browser interface. The top navigation bar includes the Copernicus logo, language selection (EN), and a login button. Below this is a 'VISUALIZE' button and a search bar. The left sidebar contains a date selector (YYYY-MM-DD), a 'Default' dropdown, and a 'DATA COLLECTIONS:' section. The 'DATA COLLECTIONS:' section lists various data products with their resolutions and selection status:

Data Collection	Resolution	Status
Sentinel-1		
Sentinel-1 Mosaics		
Sentinel-2	5m	
Sentinel-2 Mosaics		
Sentinel-3	10m x 10m	✓
Sentinel-5P	40m	
Copernicus DEM		
Copernicus Snow & Ice		
Copernicus Vegetation		
Global Land Cover		
VV+VH		✓
HH		
HH+HV		

The main map area shows a satellite view of Europe with a yellow banner that reads 'Please zoom in or search for a location of interest'. The map includes labels for various countries and cities. The bottom of the interface features logos for the European Union, Copernicus, and ESA, along with 'About' and 'Support' links. The bottom right corner shows the current coordinates (Lat: 46.68, Lng: -0.75) and a scale of 300 km.

<https://browser.dataspace.copernicus.eu>



JAXA EORC ALOS
ALOS Advanced Land Observing Satellite
 ALOS Research and Application Project

FAQ [Search] JP | EN

ALOS-4 ALOS-3 ALOS-2 ALOS JERS-1 Dataset Image Library RA & Meetings

Home > ALOS open and free data

ALOS series Open and

1. Updates

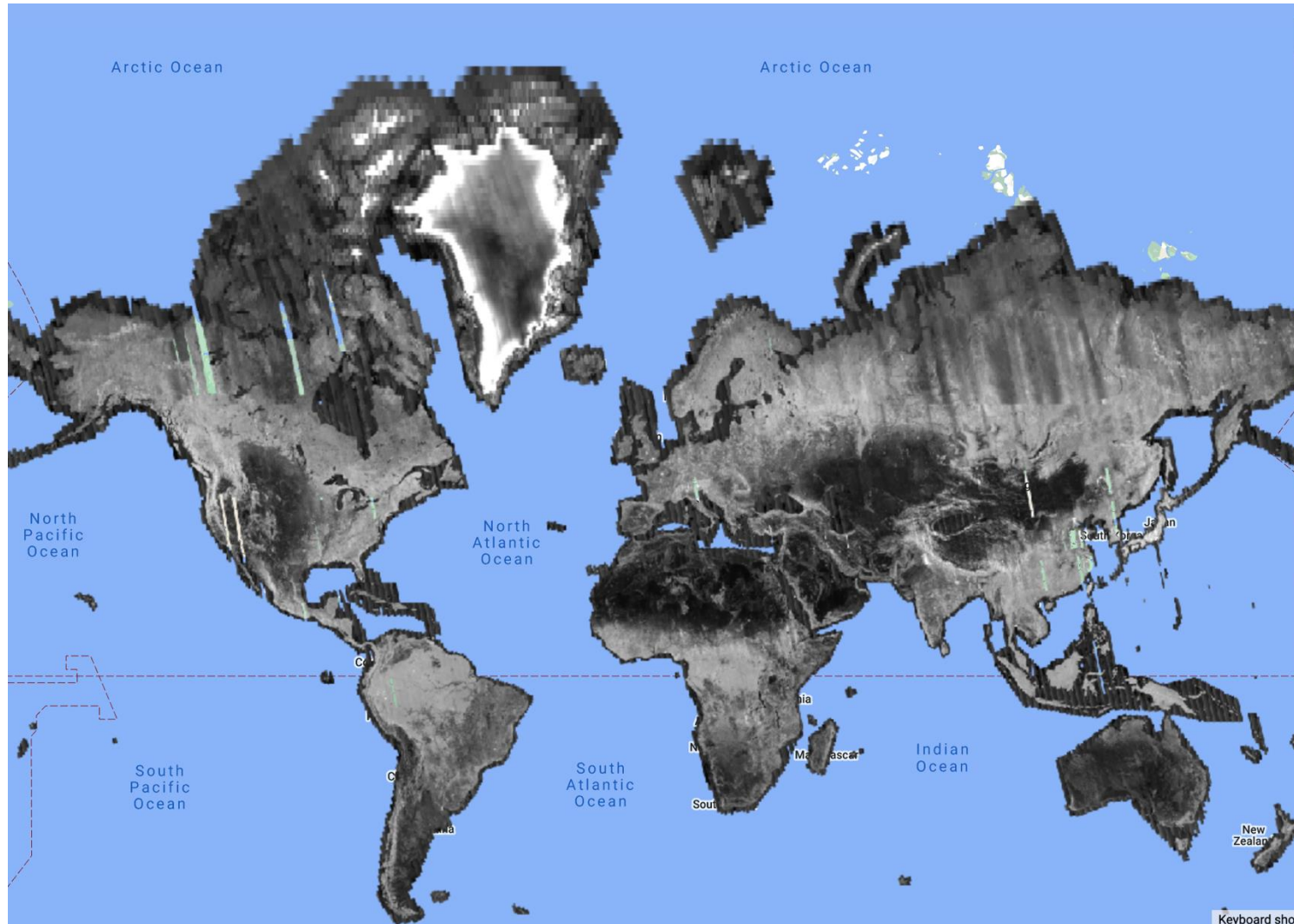
- Oct. 18, 2024** Alternative provision of ALOS-2 Open and Free data (PALSAR-2 ScanSAR L1.1/L2.2 products for the following period: July 2023)
- Oct. 4, 2024** Announcement of PALSAR-2 ScanSAR L2.2 Product software
- Jul. 24, 2024** Added to about the L1.1/L2.2 processing and product release observation data for "ALOS-2 / PALSAR-2 Product"
- Sep. 15, 2023** PALSAR-2 ScanSAR L1.1/L2.2 products for the following period: July 2023
- Aug. 07, 2023** PALSAR-2 ScanSAR L1.1/L2.2 products for the following period: March 2023 - June 2023
- Apr. 11, 2023** PALSAR-2 ScanSAR L1.1/L2.2 products for the following period: August 2014 - February 2023
- Mar. 01, 2023** ALOS-2/PALSAR-2 ScanSAR data for the Turkey earthquake
- Nov. 07, 2022** PALSAR-2 ScanSAR Level 2.2 (L2.2) products are now available to the public

Global PALSAR-2/PALSAR/JERS-1 Mosaic and Forest/Non-Forest map
 K&C Mosaic
 Precise Global Digital 3D Map
 High Resolution Land-Use and Land-Cover Map
 Global Mangrove Watch G-Portal outage **NEW**
 JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics (JJ-FAST) R-2 ScanSAR
 ALOS Ortho Rectified Image Product G-Portal.
 IPY Dataset
 Glacial Lake Inventory of Bhutan G-Portal.
 ALOS series Open and Free Data G-Portal.
 High-Resolution map of forest above-ground carbon storage Products

https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/index_e.htm



Google Earth Engine



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

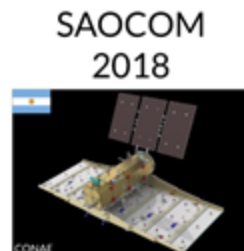
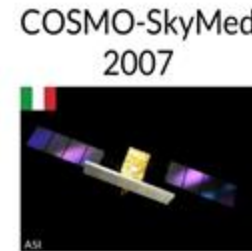


Datos de Radar Disponibles

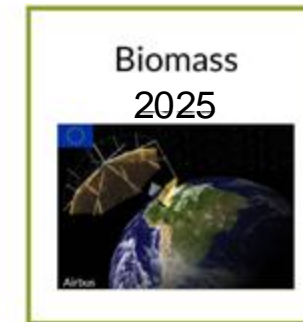
Históricos:



Actuales:



Futuros:



■ disponibilidad libre

Fuente de la Imagen: Franz Meyer, University of Alaska, Fairbanks

NASA ARSET – An Introduction to SAR and Its Applications

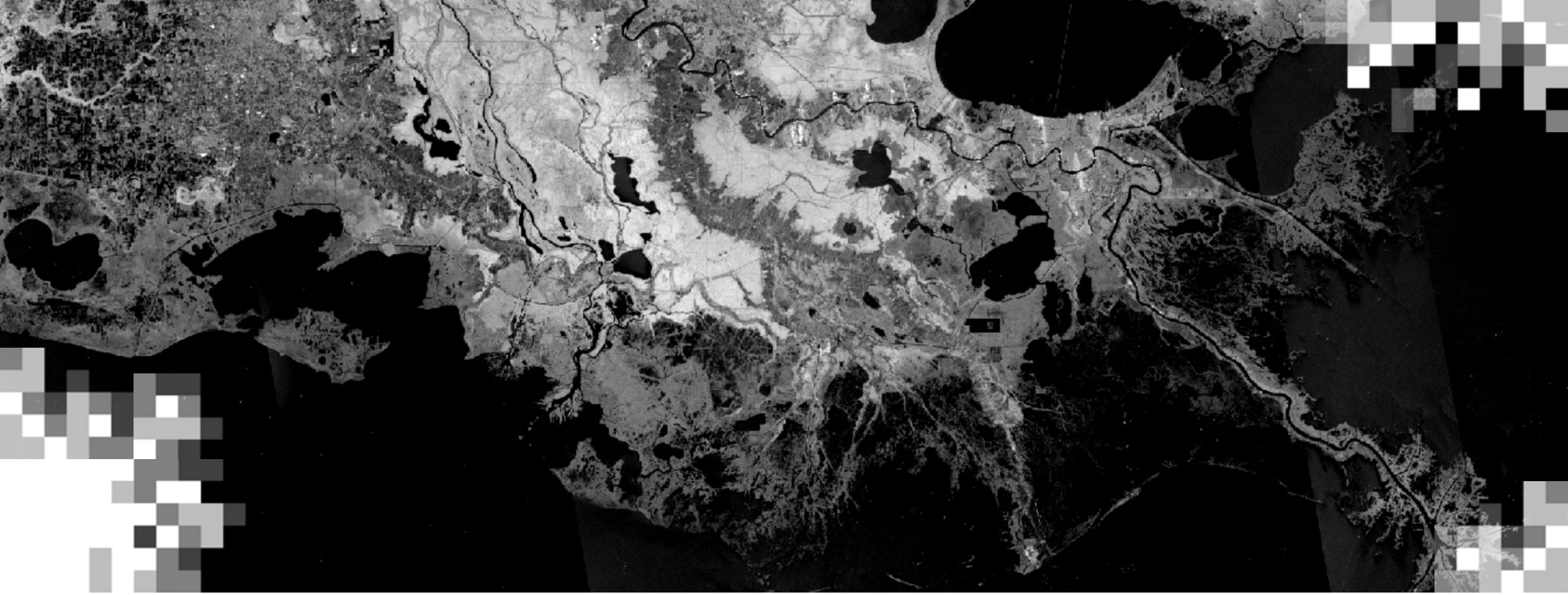


NISAR

NISAR Characteristic:	Would Enable:
L-band (24 cm wavelength)	Low temporal decorrelation and foliage penetration
S-band (12 cm wavelength)	Sensitivity to light vegetation
SweepSAR technique with Imaging Swath >240 km	Global data collection
Polarimetry (Single/Dual/Quad)	Surface characterization and biomass estimation
12-day exact repeat	Rapid Sampling
3-10 meters mode-dependent SAR resolution	Small-scale observations
3 years since operations (5 years consumables)	Time-series analysis
Pointing control < 273 arcseconds	Deformation interferometry
Orbit control < 500 meters	Deformation interferometry
>30% observation duty cycle	Complete land/ice coverage
Left/Right pointing capability	Polar coverage, North and South
Noise Equivalent Sigma Zero \leq -23 db	Surface characterization of smooth surfaces

- Colaboración entre la NASA (EE.UU.) y la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO)
- Fecha de lanzamiento: 2025
- Radar de Apertura Sintética (SAR) de frecuencia dual de Banda-L y -S
 - SAR de Banda-L de la NASA y SAR de Banda-S de la ISRO
- 3 años de operaciones científicas (+ de 5 años de consumibles)
- Todos los datos científicos serán disponibles sin costo





Sesión 1:
Resumen

Resumen

- En SAR, la resolución de azimut (a lo largo de la trayectoria) es diferente a la resolución de rango (perpendicular a la trayectoria).
- Los tres parámetros del radar son la longitud de onda, la polarización y el ángulo de incidencia.
- Cuanto mayor sea la longitud de onda, mayor será la profundidad de penetración.
- La longitud de la onda determinará la interacción con los objetos de la superficie.
- La polarización proporciona información relacionada con las características estructurales de los objetos en la superficie.
- El ángulo de incidencia influirá en la penetración de la señal en la superficie.
- Los dos parámetros de superficie que influyen en la señal de radar son la estructura y la humedad.
- Los principales mecanismos de retrodispersión son la dispersión especular, la dispersión de superficie rugosa, la dispersión volumétrica y el doble rebote.
- Las imágenes de radar tienen distorsiones geométricas en áreas de topografía compleja.
- El speckle es la granulosidad inherente en las imágenes SAR. Se puede reducir a través de múltiples miradas o con un filtro espacial o temporal.
- El radar se puede utilizar para diferentes estudios de ecosistemas, como el mapeo de la cobertura del suelo, los cultivos, la inundación de humedales y la humedad del suelo.



Sesión 2

La Sesión 2 cubrirá:

1. Identificación de los conceptos básicos del SAR Interferométrico
2. Identificación de los pasos para generar un Interferograma SAR
3. Interpretación de un interferograma par medir la deformación de la superficie
4. Identificación de las aplicaciones que InSAR puede abordar



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Se asignará una tarea
- Abre el 20 de noviembre de 2024
- Acceder desde la [página web de la capacitación](#)
- Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google
- **Fecha límite: 4 de diciembre de 2024**

- **Certificado de Finalización de Curso:**

- Asista a las tres sesiones en vivo (la asistencia se registra 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

Erika Podest: erika.podest@jpl.nasa.gov

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

Visite nuestros Programas Hermanos:



[DEVELOP](#)



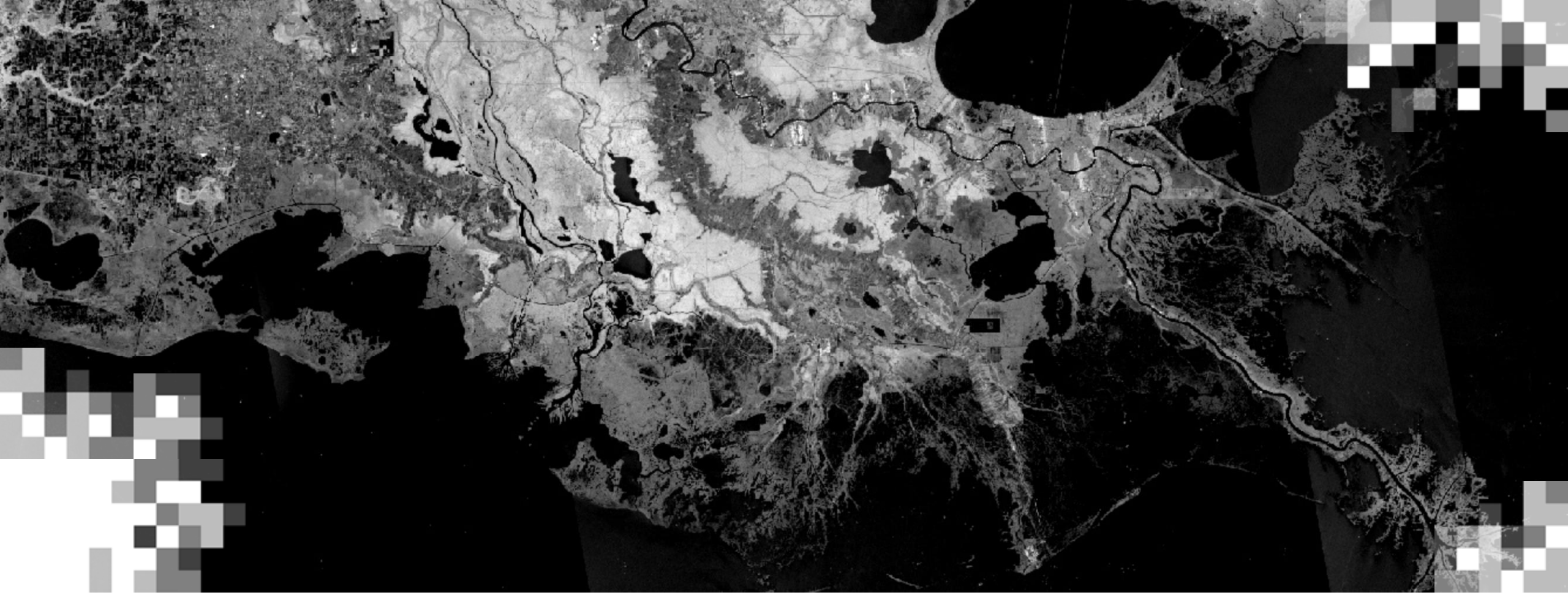
[SERVIR](#)





¡Gracias!





Apéndice: Referencias de Tutoriales de SAR

Referencias de Tutoriales de SAR de ARSET

La Serie “Teledetección por Radar y sus Aplicaciones para la Tierra, el Agua y Desastres”:

Sesión 1: SAR para el Mapeo de la Cobertura Terrestre

<https://youtu.be/XVffi-wl0Yc>

Sesión 2: SAR para el Mapeo de Inundaciones

<https://youtu.be/dGaaxzcBQfc>

Sesión 3: SAR para el Mapeo de Suelos y Cultivos

<https://youtu.be/WjR6O7cpo1Y>

Sesión 4: SAR Interferométrico para el Estudio de Terremotos

<https://youtu.be/Qj35zb5W-gk>



Tutoriales de SAR de ARSET

SAR y sus Aplicaciones para la Cobertura Terrestre

Sesión 1: SAR para el Mapeo de Inundaciones Utilizando Google Earth Engine

https://youtu.be/PQ141_Xy6aw

Sesión 2: SAR para el Monitoreo Agrícola

<https://youtu.be/HO4B3n4qWOI>

SAR para Desastres y Aplicaciones Hidrológicas:

Sesión 1: SAR para el Mapeo de Inundaciones Utilizando Google Earth Engine

https://youtu.be/6P2C4_35wRI

Sesión 2: SAR Interferométrico para la Observación de Derrumbes

<https://youtu.be/Je5VWe8PVkM>

Sesión 3: Generación de un Modelo de Elevación Digital (Digital Elevation Model o DEM)

<https://youtu.be/x6FuOkc8sbQ>



Tutoriales de SAR de ARSET

Mapeo y Monitoreo de los Bosques con Datos SAR:

Sesión 1: Análisis del Cambio en los Bosques con Datos SAR Multi-Temporales

https://youtu.be/js_ka3O2RVM

Sesión 2: Clasificación de la Cobertura Terrestre con Datos SAR y Ópticos

<https://youtu.be/mLayrVh9BUo>

Sesión 3: Mapeo de Manglares

<https://youtu.be/WRd5Blciw5c>

Sesión 4: Estimación de la Altura de los Bosques con SAR

<https://youtu.be/3-tXyG09zYM>



Referencias de Tutoriales de SAR (en inglés)

Manual de SAR de SERVIR: <https://servirglobal.net/resources/sar-handbook>

A Layman's Guide to Interpreting L and C-band SAR (Una guía para la interpretación de SAR Banda-L y-C):
http://ceos.org/document_management/SEO/DataCube/Laymans_SAR_Interpretation_Guide_2.0.pdf

Tutoriales de SAR (escritos):

-Un tutorial de SAR presentado por la ESA

<http://ieeexplore.ieee.org/document/6504845/?reload=true>

http://www2.geog.ucl.ac.uk/~mdisney/teaching/PPRS/PPRS_7/esa_sar_tutorial.pdf

https://earth.esa.int/documents/10174/2700124/sar_land_apps_1_theory.pdf

<https://earth.esa.int/handbooks/asar/toc.html>

Por la UE:

<http://www.radartutorial.eu/20.airborne/ab07.en.html>



Referencias de Tutoriales de SAR (en inglés)

Tutoriales de Teledetección con Microondas y Recetas de Datos del ASF:

<https://radar.community.uaf.edu/module-1/>

<https://asf.alaska.edu/how-to/data-recipes/data-recipe-tutorials/>

El Centro CRISP:

<https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/mw.htm>

Lincoln Lab:

http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring12/group05/docs/presentations/TechLecture_Team5.pdf

INSAR de la ESA:

<http://www.esa.int/esapub/tm/tm19/TM-19>



Referencias de Tutoriales de SAR (en inglés)

Fundamentals of Remote Sensing de Natural Resources Canada:

<http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9371>

Tutorial de SAR (video)

-Echoes in Space – Radar Remote Sensing by ESA

<https://eo-college.org/courses/echoes-in-space/>

Tutoriales de Sentinel-1:

<http://step.esa.int/main/doc/tutorials/sentinel-1-toolbox-tutorials/>

Recursos de Sisters of SAR:

<https://sistersofsar.wixsite.com/sistersofsar/sar-resources>

