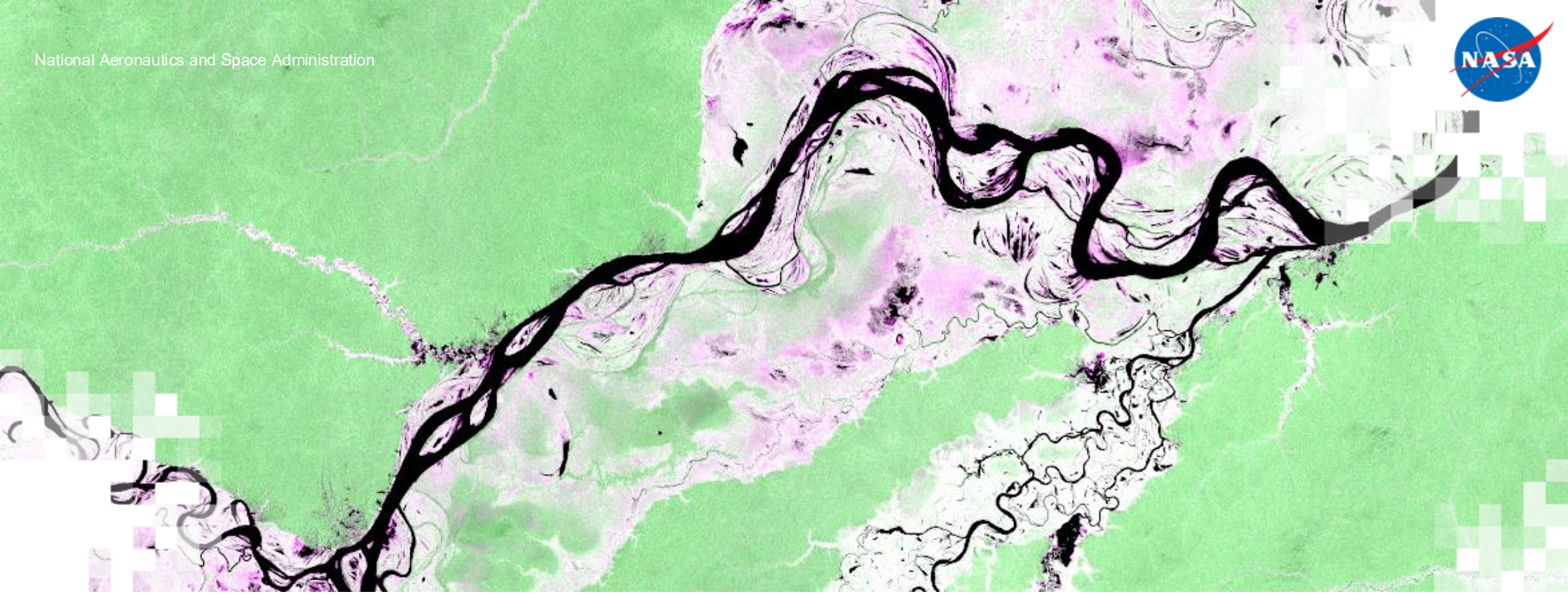
National Aeronautics and Space Administration

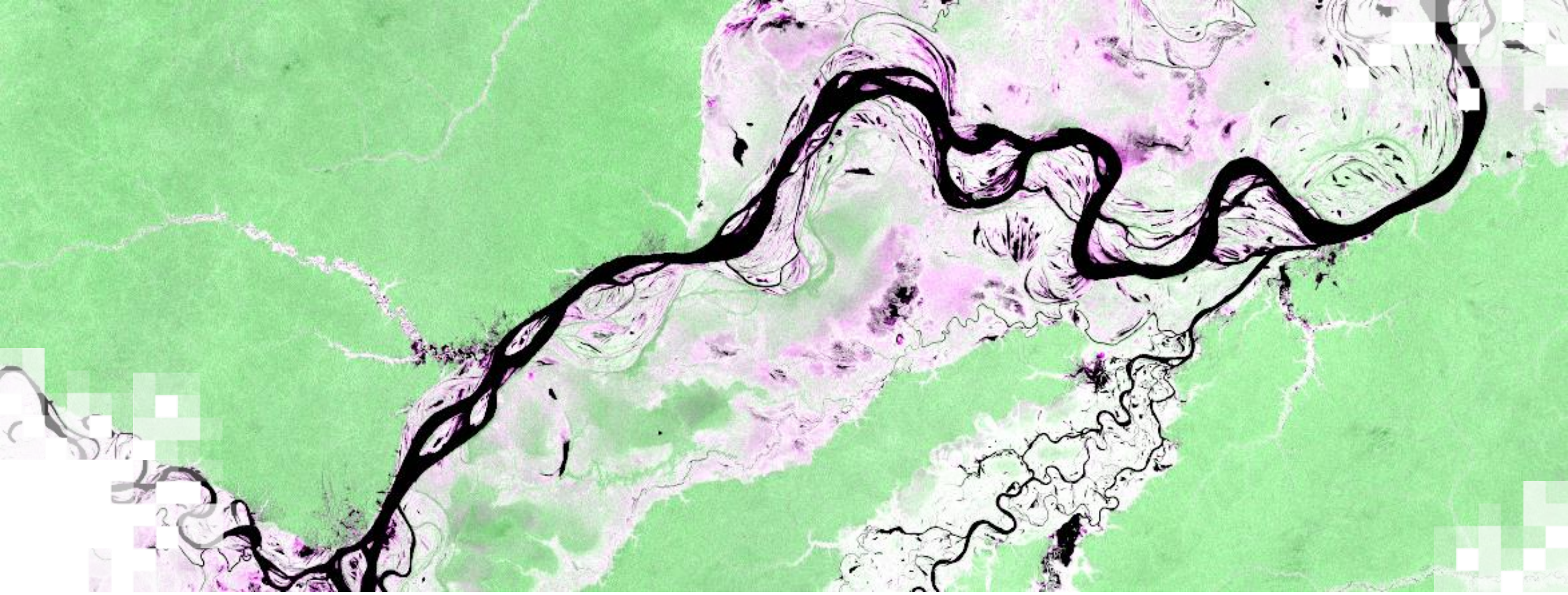


Monitoreo de Inundaciones con SAR para la Gestión de los Recursos Hídricos

Sesión 1: Mapeo de Inundaciones con NISAR

Erika Podest, Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology

20 de octubre de 2026



El Programa ARSET

Acerca de ARSET

- **ARSET ofrece capacitaciónes 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 audiencias con diferentes niveles de experiencia.



AGRICULTURA



INCENDIOS FORESTALES



DESASTRES



CONSERVACIÓN ECOLÓGICA



SALUD Y CALIDAD DEL AIRE

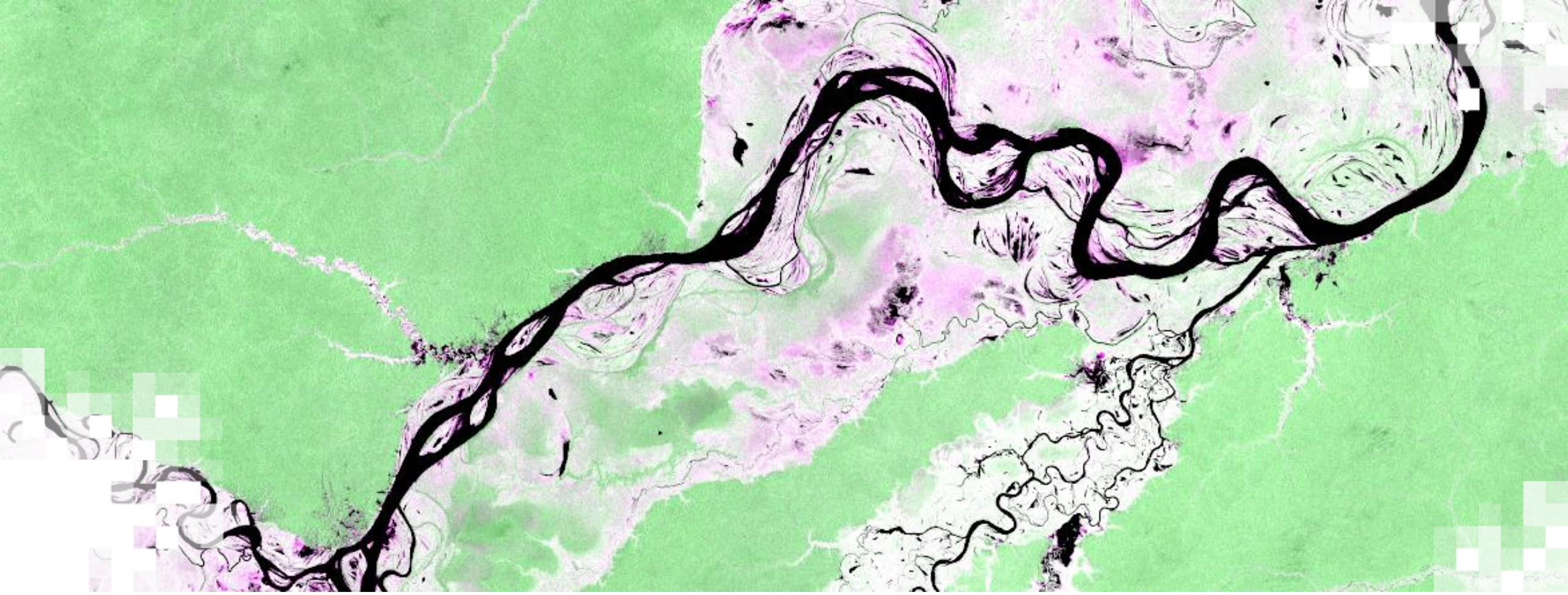


RECURSOS HÍDRICOS

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.



Resumen General

Monitoreo de Inundaciones con SAR para la Gestión de los Recursos Hídricos

¿Cómo monitorear inundaciones en cualquier lugar, incluso a través de las nubes?

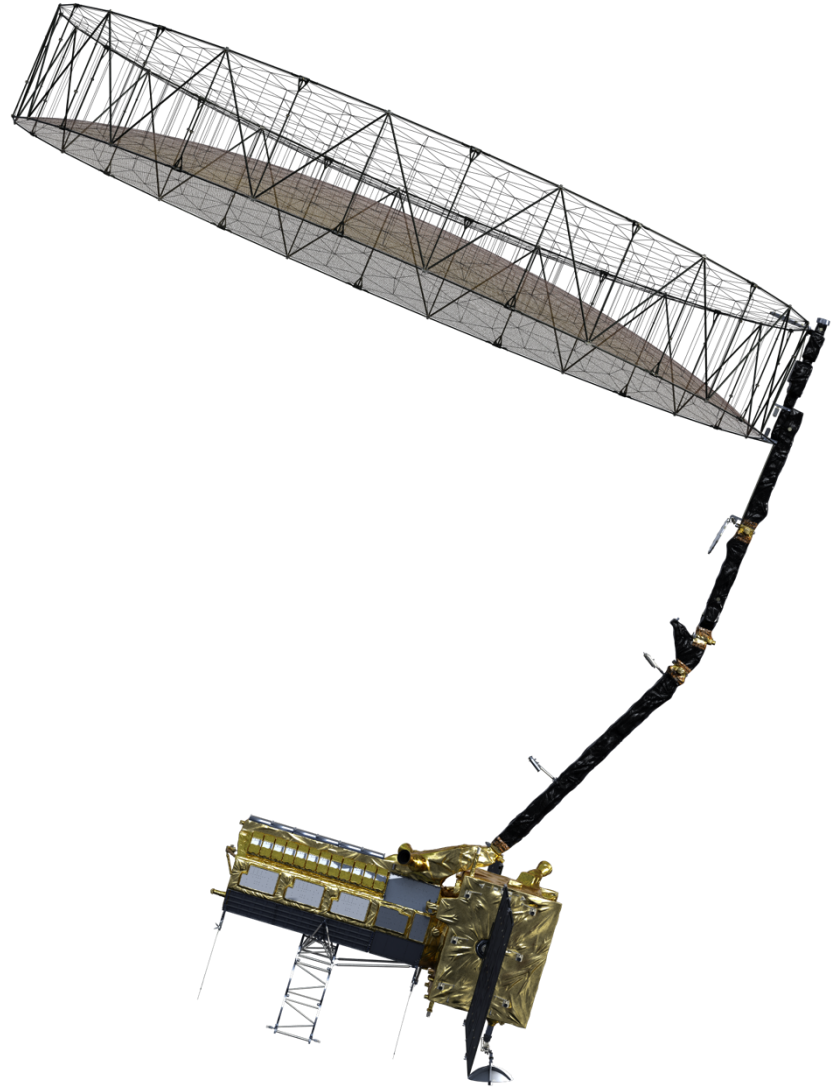
La información sobre las aguas superficiales es esencial para:

- La gestión de los recursos hídricos
- La respuesta ante inundaciones
- La agricultura
- La gestión de los ecosistemas

El desafío de los datos ópticos:

- Las nubes dificultan la observación de la superficie.
- La noche limita las observaciones en el espectro visible.
- La vegetación densa puede ocultar las áreas inundadas.

El radar de apertura sintética (SAR) proporciona la solución.



Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar esta capacitación, los participantes podrán:

- Diferenciar las características de la retrodispersión de radar para identificar agua libre y vegetación inundada.
- Generar un mapa de inundación a partir de datos de amplitud de NISAR utilizando software de código abierto.
- Reconocer las capacidades y las aplicaciones apropiadas del producto OPERA Surface Water Extent para el monitoreo de los recursos hídricos.
- Evaluar cuándo es más apropiado generar un mapa de inundación a partir de observaciones de NISAR o con el producto OPERA Surface Water Extent.
- Interpretar los productos OPERA Surface Water Extent para aplicaciones de monitoreo de inundaciones y aguas superficiales.

Prerrequisitos

- Fundamentos de la Teledetección
- Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus Aplicaciones
- NISAR: Nuevas Observaciones de Radar para Aplicaciones Terrestres

Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Mapeo de Inundaciones con NISAR

20 de octubre de 2026

2:00 p.m. - 4:00 p.m. EDT(1500-1700 UTC)

Sesión 2

Extensión de Inundación con los productos de OPERA

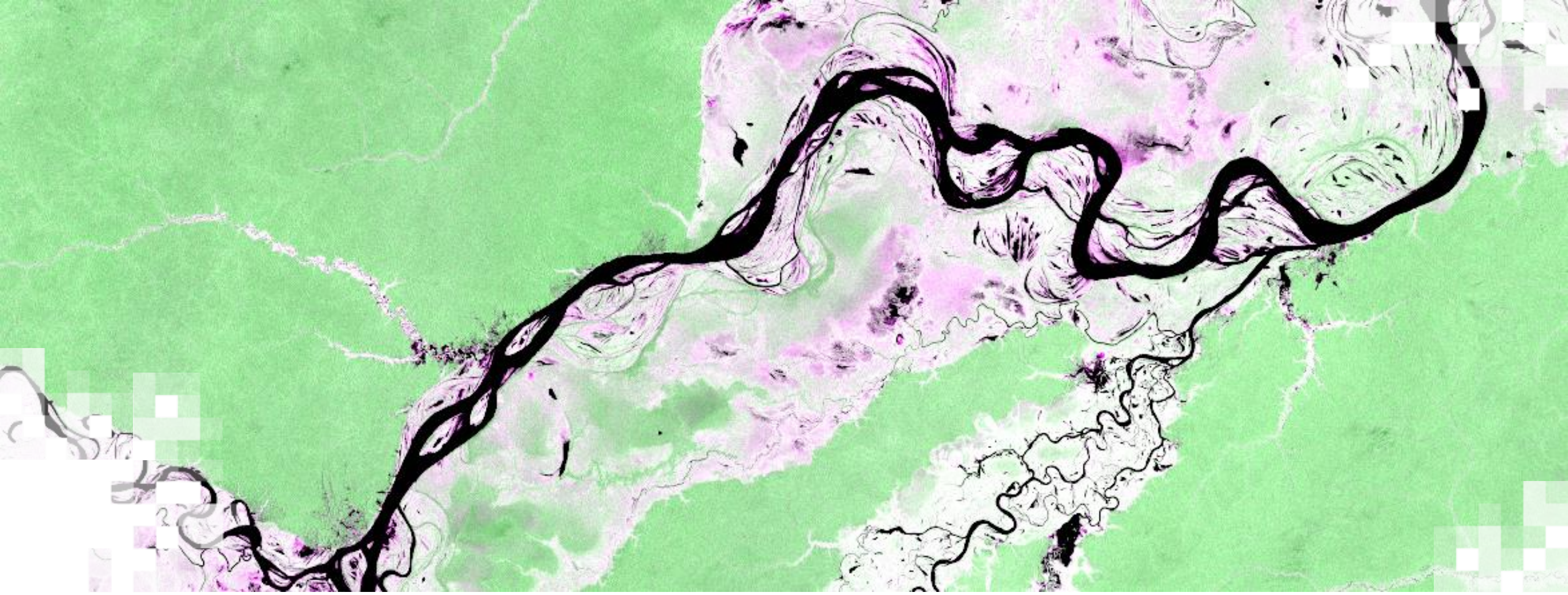
27 de octubre de 2026

2:00 p.m. - 400 p.m. EDT(1500-1700 UTC)

Tarea

Se abre el 27 de octubre de 2026 – Fecha de entrega: 17 de noviembre de 2026 – Publicado en la página de la capacitación

Se otorgará un certificado de finalización a quienes asistan a todas las sesiones en vivo y completen la tarea antes de la fecha límite establecida.



Sesión 1: Mapeo de Inundaciones con NISAR

Sesión 1: Instructora

Erika Podest, Ph.D.

Científica

NASA Jet Propulsion Laboratory



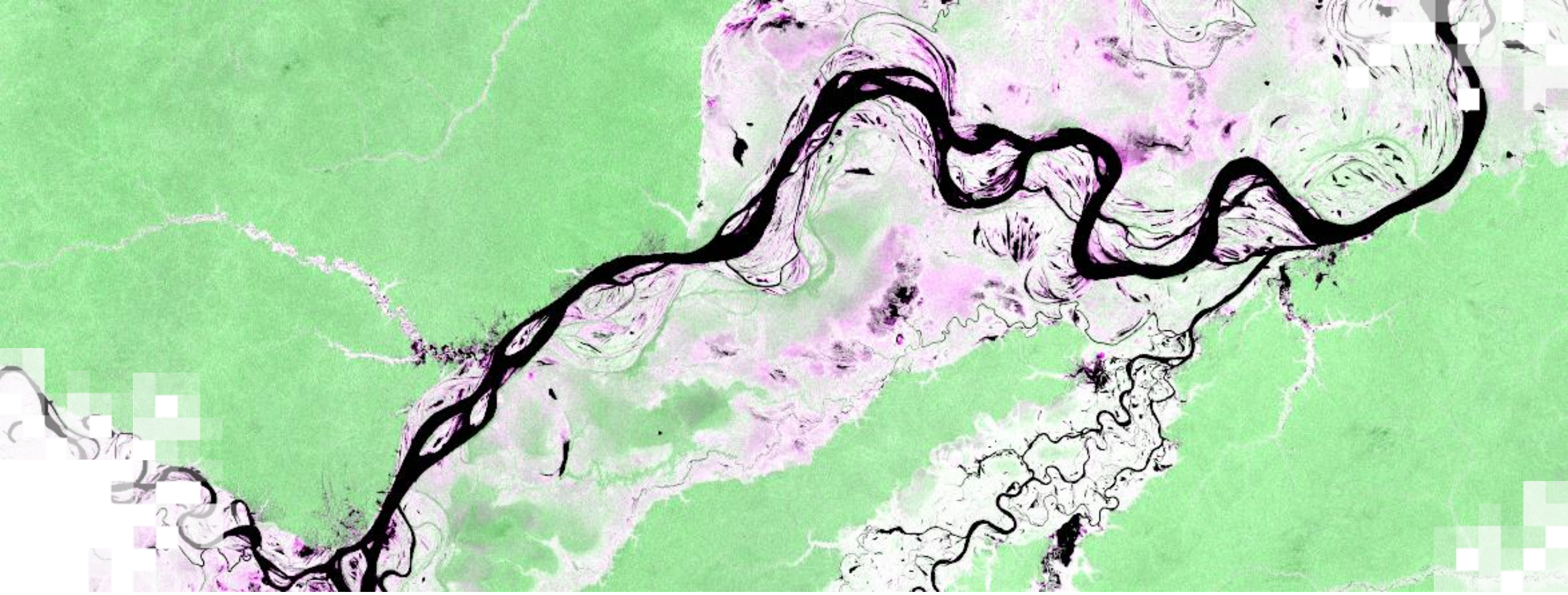
Sesión 1: Objetivos

Al finalizar la sesión de hoy, los participantes podrán:

- Diferenciar las características de la retrodispersión de radar para identificar agua libre y vegetación inundada.
- Generar un mapa de inundaciones a partir de datos de amplitud de NISAR utilizando software de código abierto.

Cómo Hacer Preguntas

- Para asegurarnos de recibir sus preguntas, busque los tres puntos (...) en la esquina inferior derecha de la ventana de la capacitación.
- Allí encontrará la opción Slido/Preguntas y respuestas (Q&A). También puede aparecer una pestaña o aplicación independiente de Slido.
- Por favor, escriba todas sus preguntas allí y las responderemos durante la sesión de preguntas y respuestas.
- Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión de preguntas y respuestas al final de la presentación de hoy. Las preguntas restantes serán respondidas en el documento de preguntas y respuestas, que se publicará en la pagina de esta capacitación en aproximadamente una semana.



Sesión 1:
Fundamentos de SAR

Mapeo de Inundaciones

- La presencia temporal o permanente de una superficie de agua debajo de un dosel de vegetación.
- Agua sin vegetación emergente.

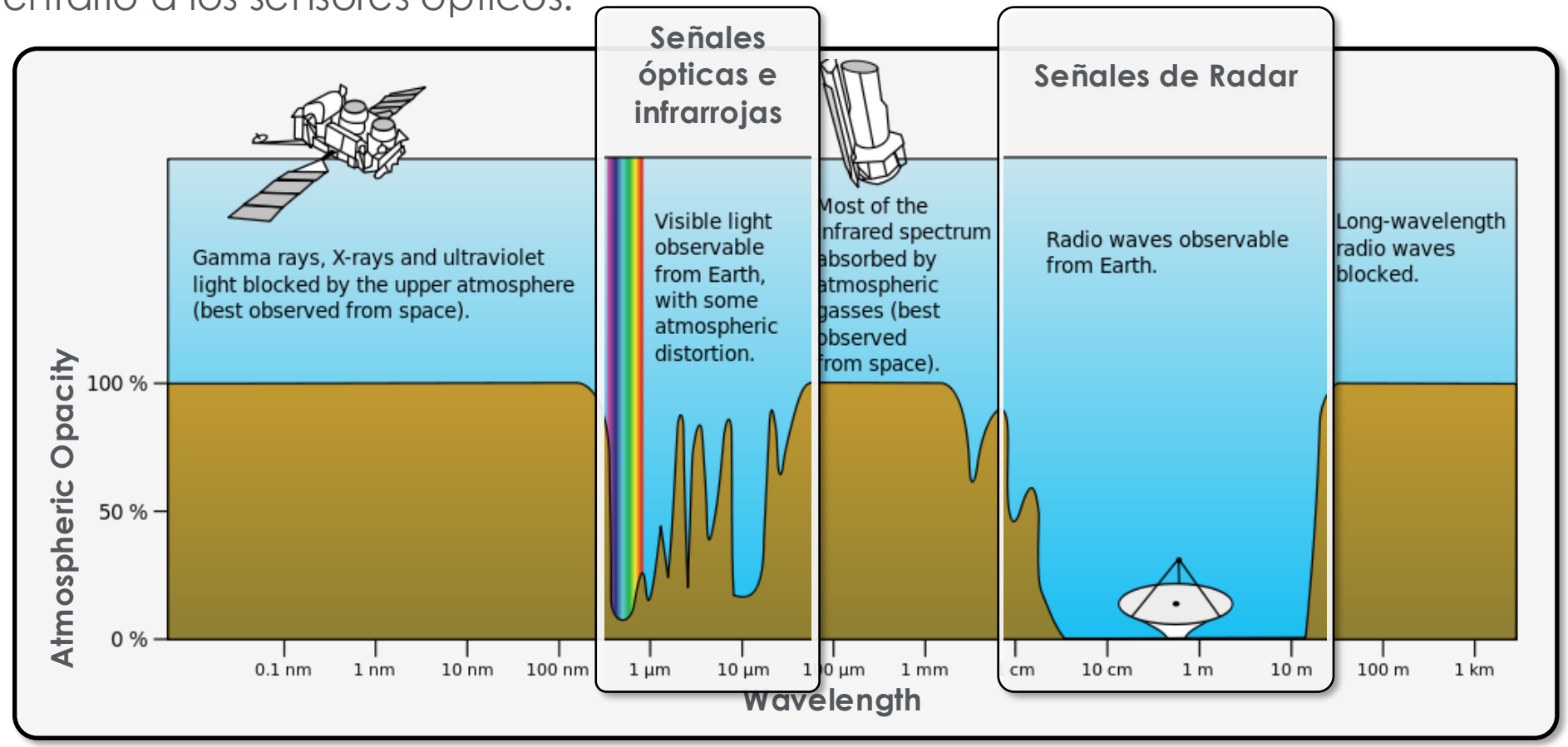






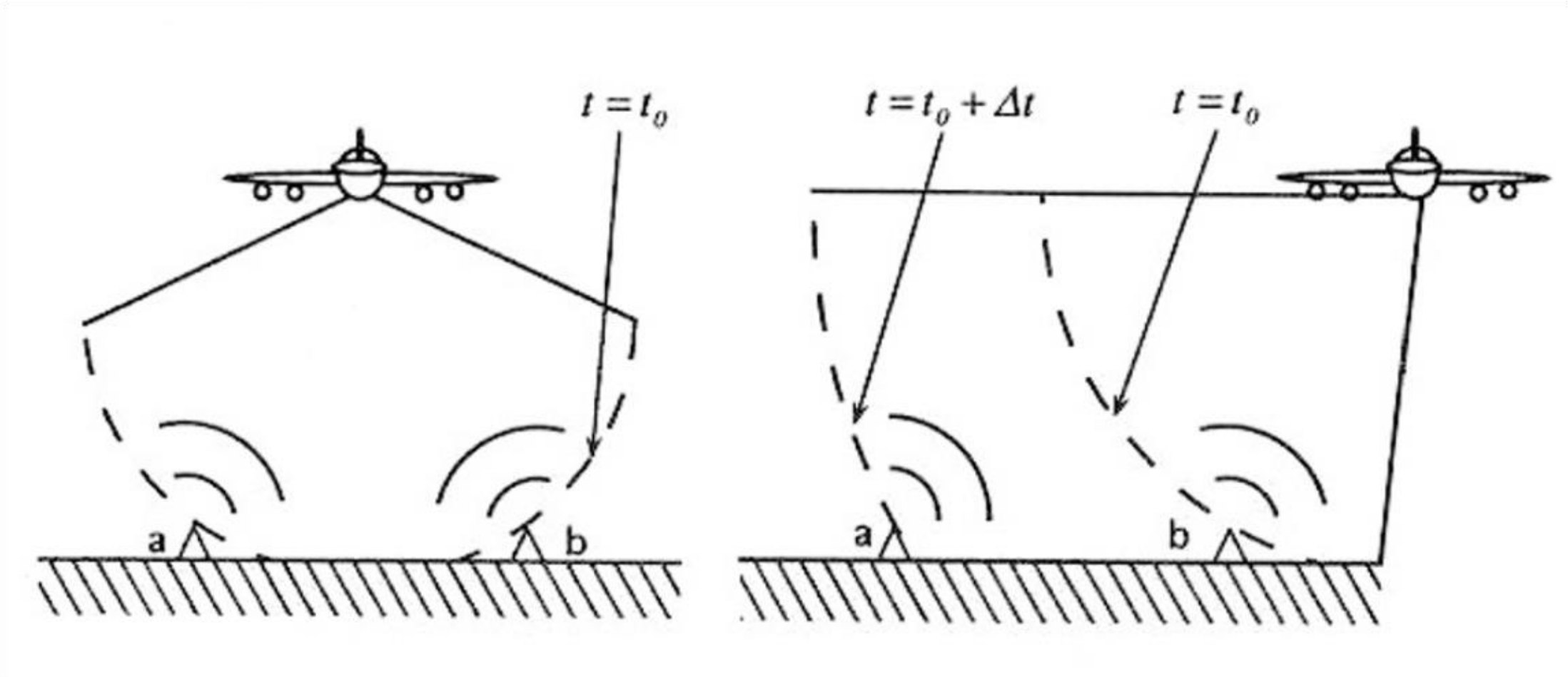
Mapeo de Inundaciones: Radar Frente a los Datos Ópticos

- Capacidad de observación las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- Rendimiento avanzado para la detección de cambios.
- Detecta inundaciones debajo de la vegetación.
- Complementario a los sensores ópticos.



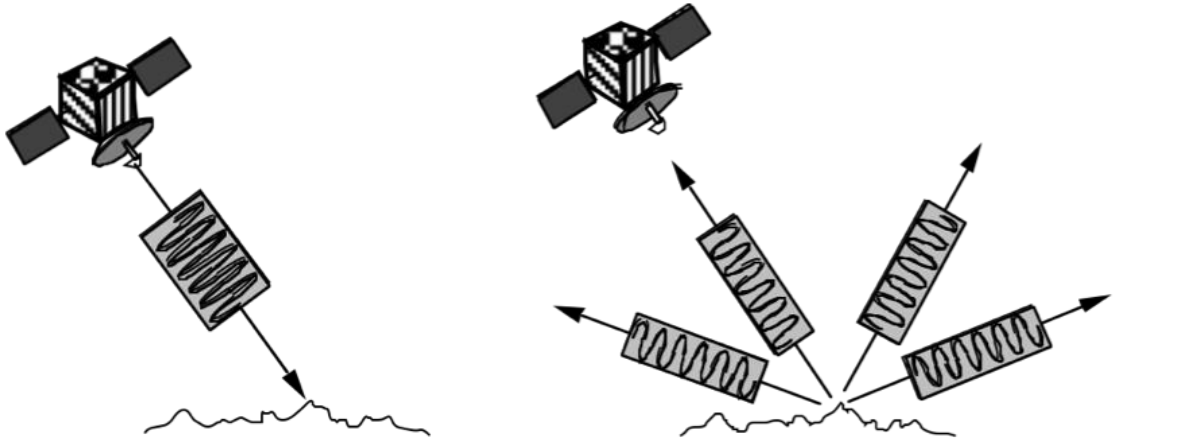
NASA Earth Observatory images by Robert Simmon, using Suomi-NPP

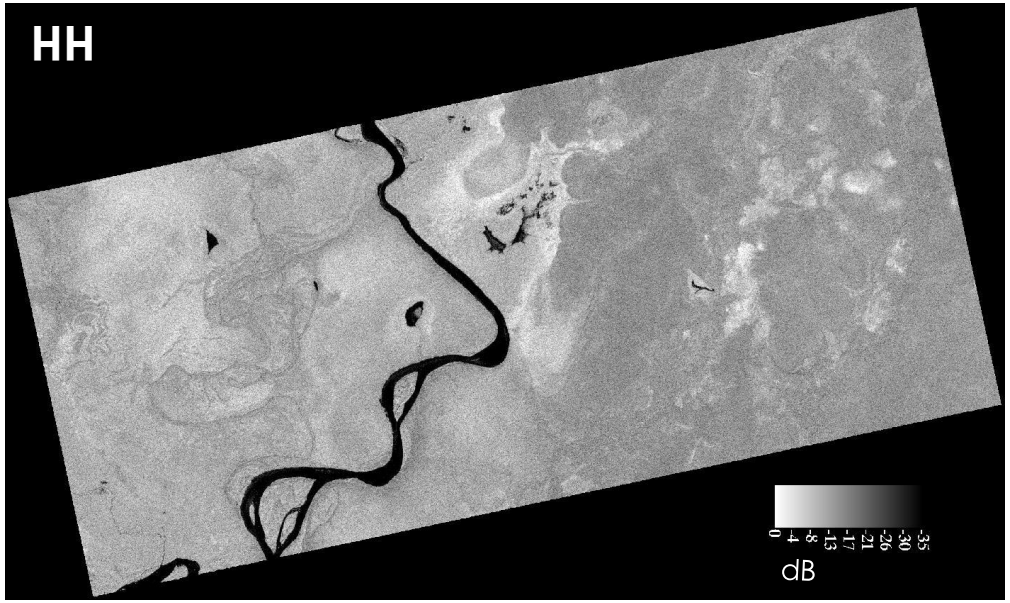
Radar de Mirada Hacia Abajo vs. Radar de Mirada Lateral



Formación de Imágenes de Radar: Amplitud

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 senal de radar recibida es calibrada y normalizada para obtener el coeficiente de retrodispersión del radar (σ^0, o sigma naught), una medida de la potencia retrodispersada que normalmente se expresa en decibelios (dB).

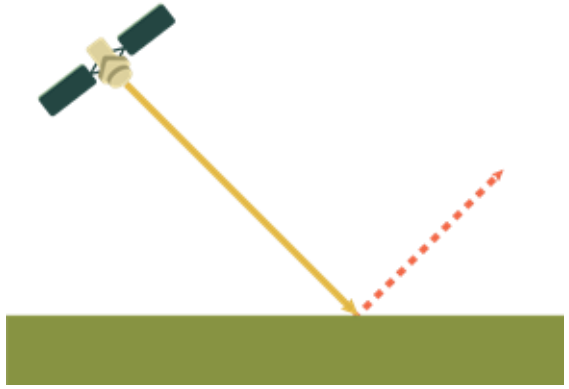




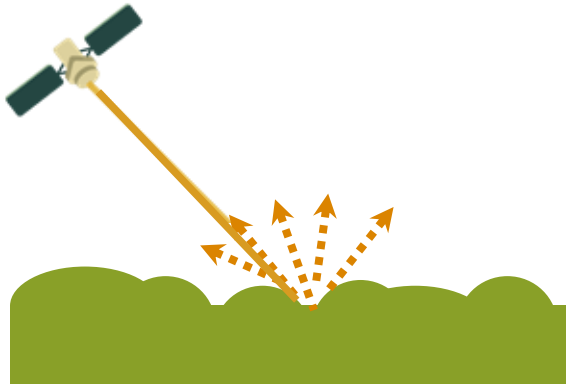
Source: ESA-ASAR Handbook

Interacción de la Señal de Radar

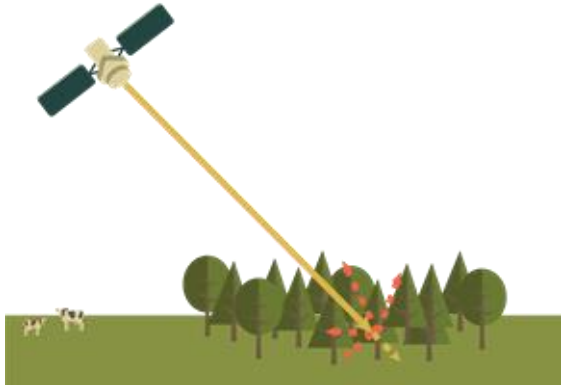
Mecanismos de Retrodispersión



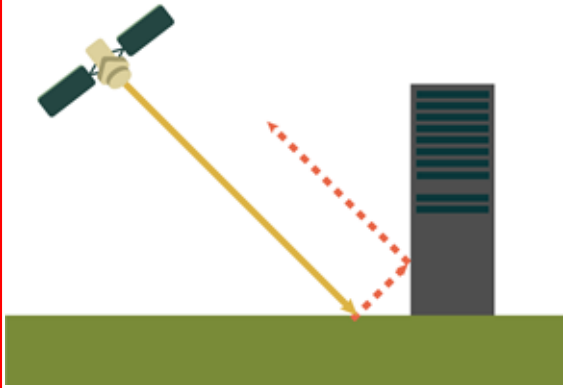
Superficie Lisa
(Reflexión Especular)



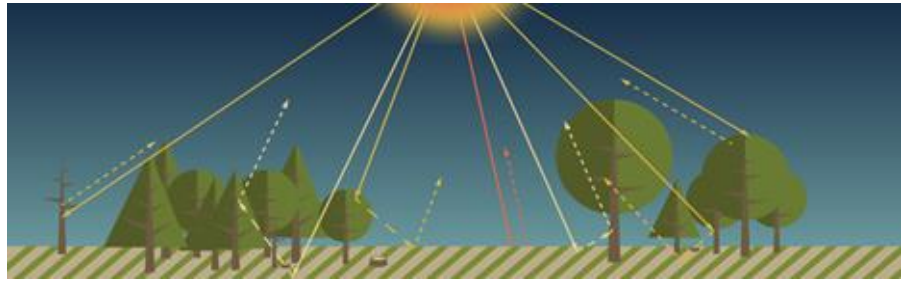
Superficie Rugosa



Volumetrica

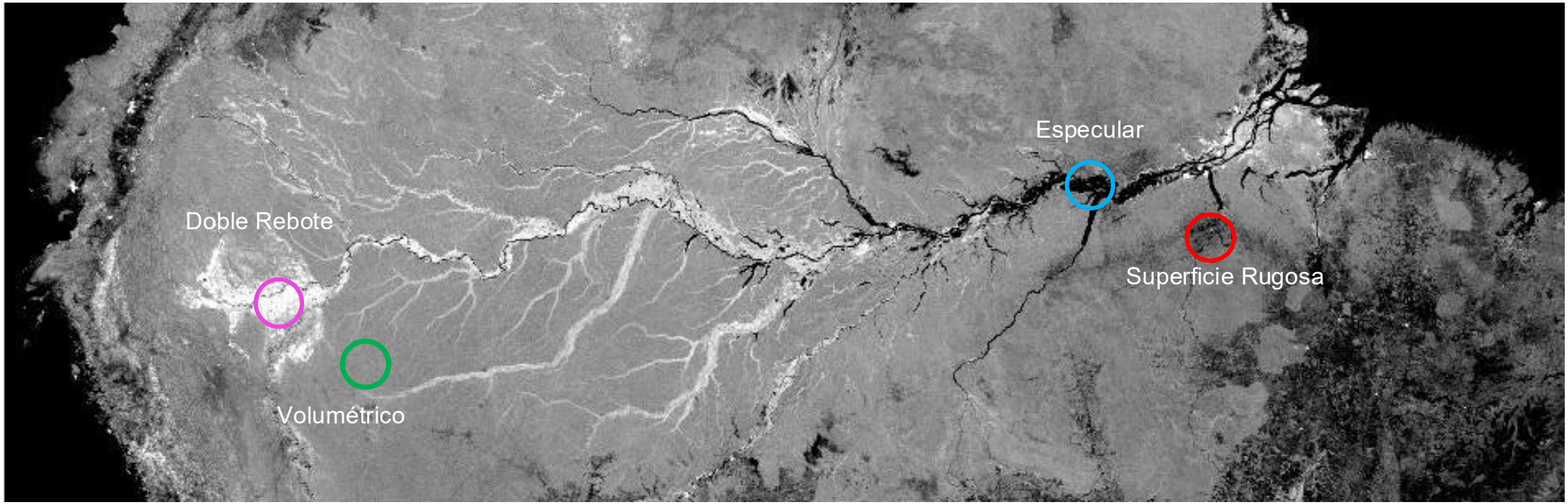


Doble Rebote



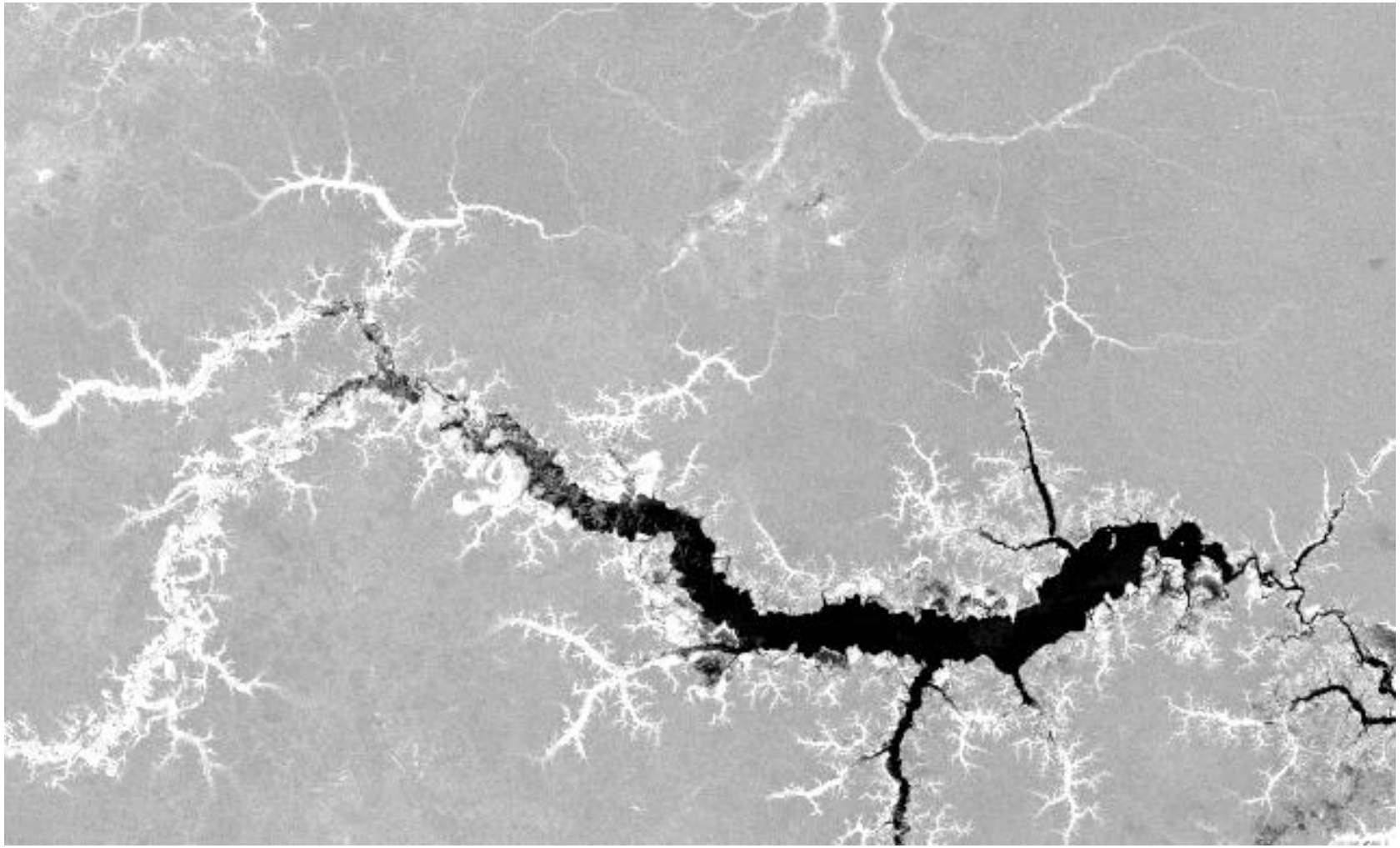
Retrodispersión de la Señal

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



Dispersión de la Señal de SAR en Regiones Inundadas

NISAR (Banda L, HH) cerca de Manaus, Brazil



El Espectro de Microondas

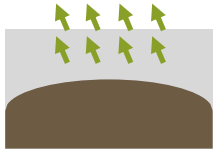
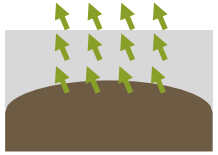
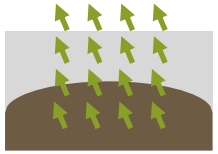
(Aproximado)

Banda	Frecuencia f_0		Long. de Onda $\lambda = c/f_0$		Aplicación Típica
Ka	27 – 40	GHz	1.1 – 0.8	cm	
K	18 – 27	GHz	1.7 – 1.1	cm	Rara vez se utiliza para SAR
Ku	12 – 18	GHz	2.4 – 1.7	cm	
X	8 – 12	GHz	3.8 – 2.4	cm	Alta resolución espacial (monitoreo urbano; poca penetración en la cobertura vegetal → no puede detectar agua debajo de la vegetación).
C	4 – 8	GHz	7.5 – 3.8	cm	Sentinel-1: Mapeo global; Mayor penetración en la vegetación.
S	2 – 4	GHz	15 – 7.5	cm	Cada vez se utiliza mas; NISAR incluye banda S.
L	1 – 2	GHz	30 – 15	cm	NISAR: Monitoreo geofísico; estimación de biomasa y mapeo de vegetación; mayor penetración → puede detectar inundacin debajo de vegetación densa.
P	0.3 – 1	GHz	100 – 30	cm	Estimación de Biomasa: La misión Biomass de la ESA es el primer SAR espacial de banda P.

Longitud de Onda y Respuesta de la Señal SAR en Vegetación Inundada

- La penetración es el factor principal en la selección de la longitud de onda.
- Mientras más larga sea la longitud de onda, mayor será la penetración en el objetivo.

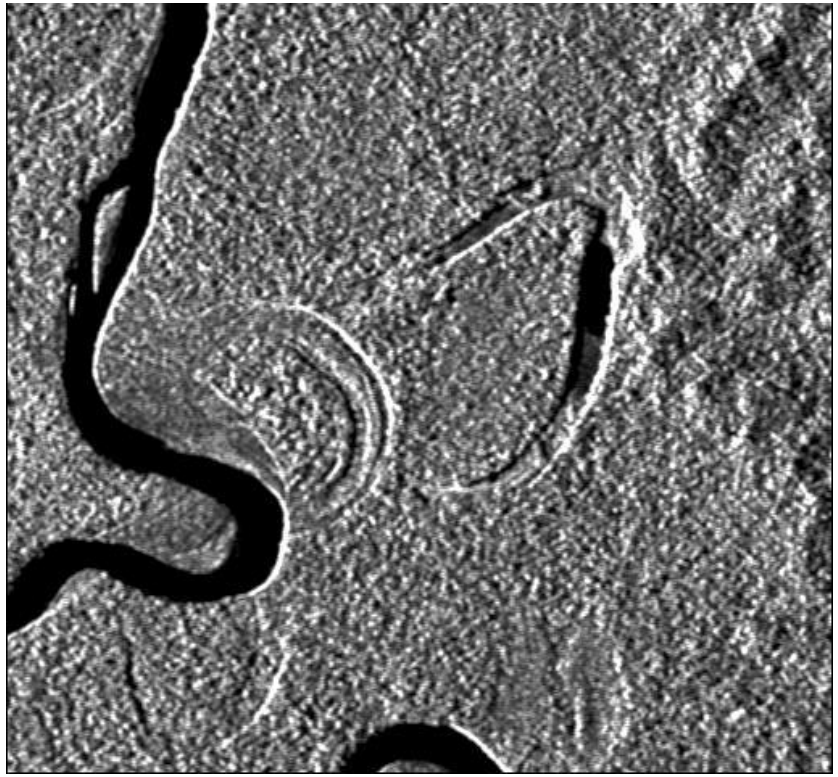
Mayor Penetración: Banda L > Banda C > Banda X

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

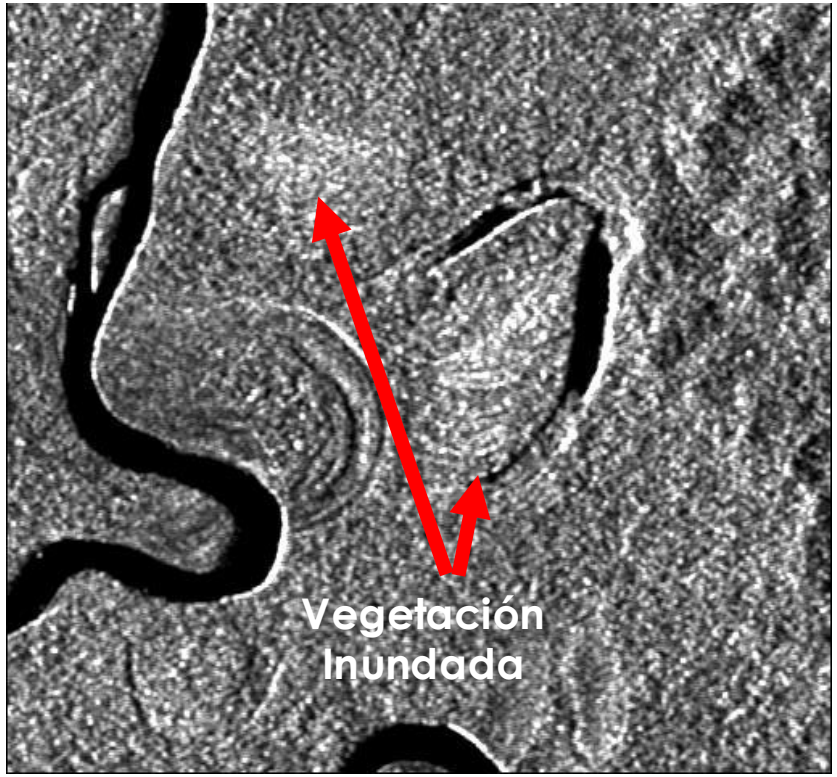
Penetración de la Señal en Vegetación Inundada

Datos Multifrecuencia de AIRSAR en el Parque Nacional del Manu, Perú

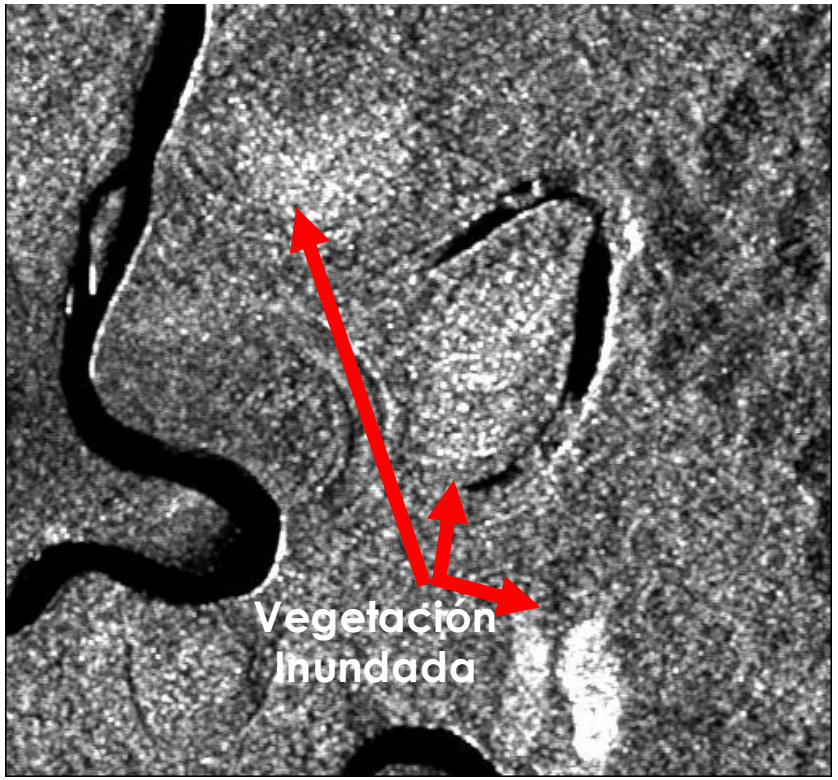
Banda-C



Banda-L



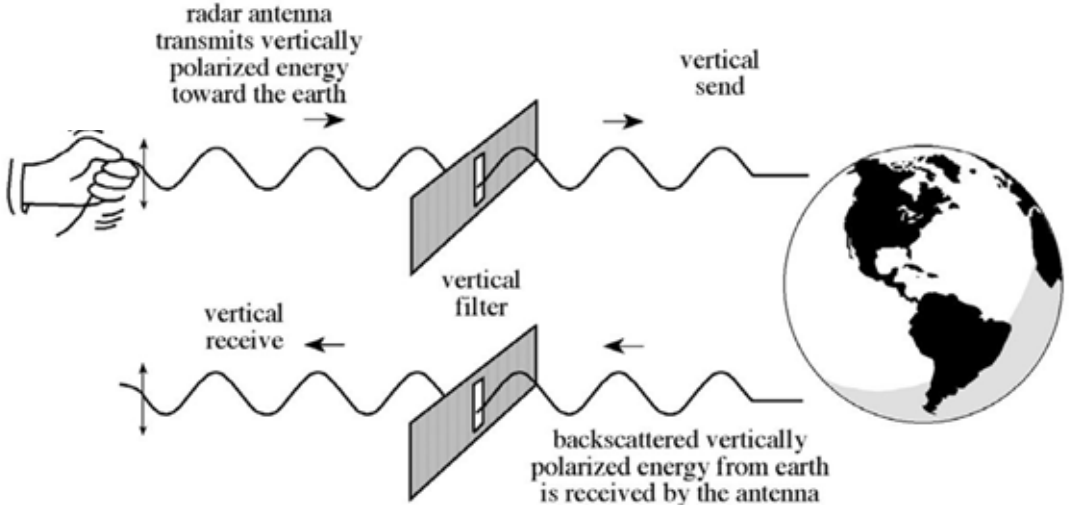
Banda-P



Polarización

- Las polarizaciones normalmente se controlan entre H y V:
  - VV: Transmisión vertical, recepción vertical.
  - HH: Transmisión horizontal, recepción horizontal.
  - HV: Transmisión horizontal, recepción vertical.
  - VH: Transmisión vertical, recepción horizontal.
- Modo Quad-Pol: cuando se miden las cuatro polarizaciones.
- Las diferentes polarizaciones proporcionan información complementaria sobre las propiedades de la superficie.

Transmisión Vertical, Recepción Vertical **VV**



Transmisión Horizontal, Recepción Horizontal **HH**

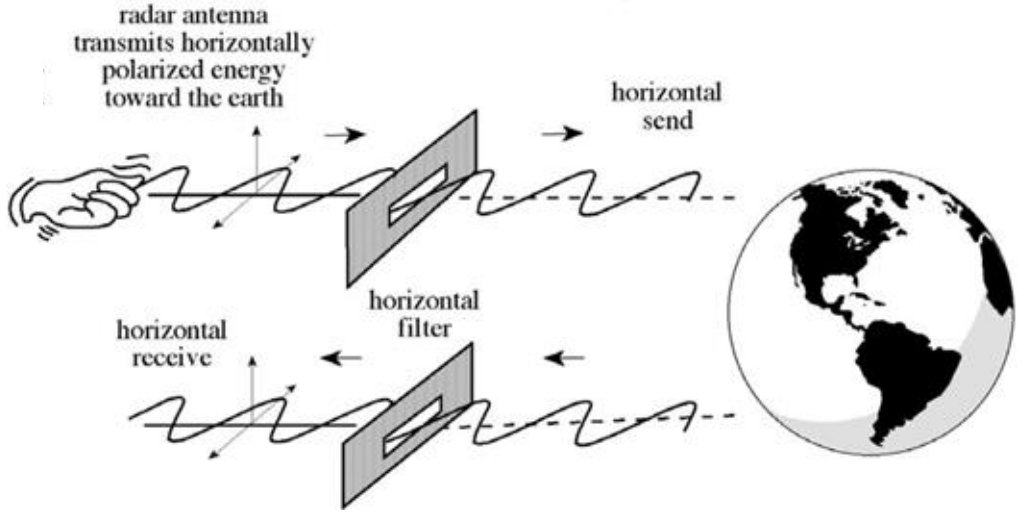
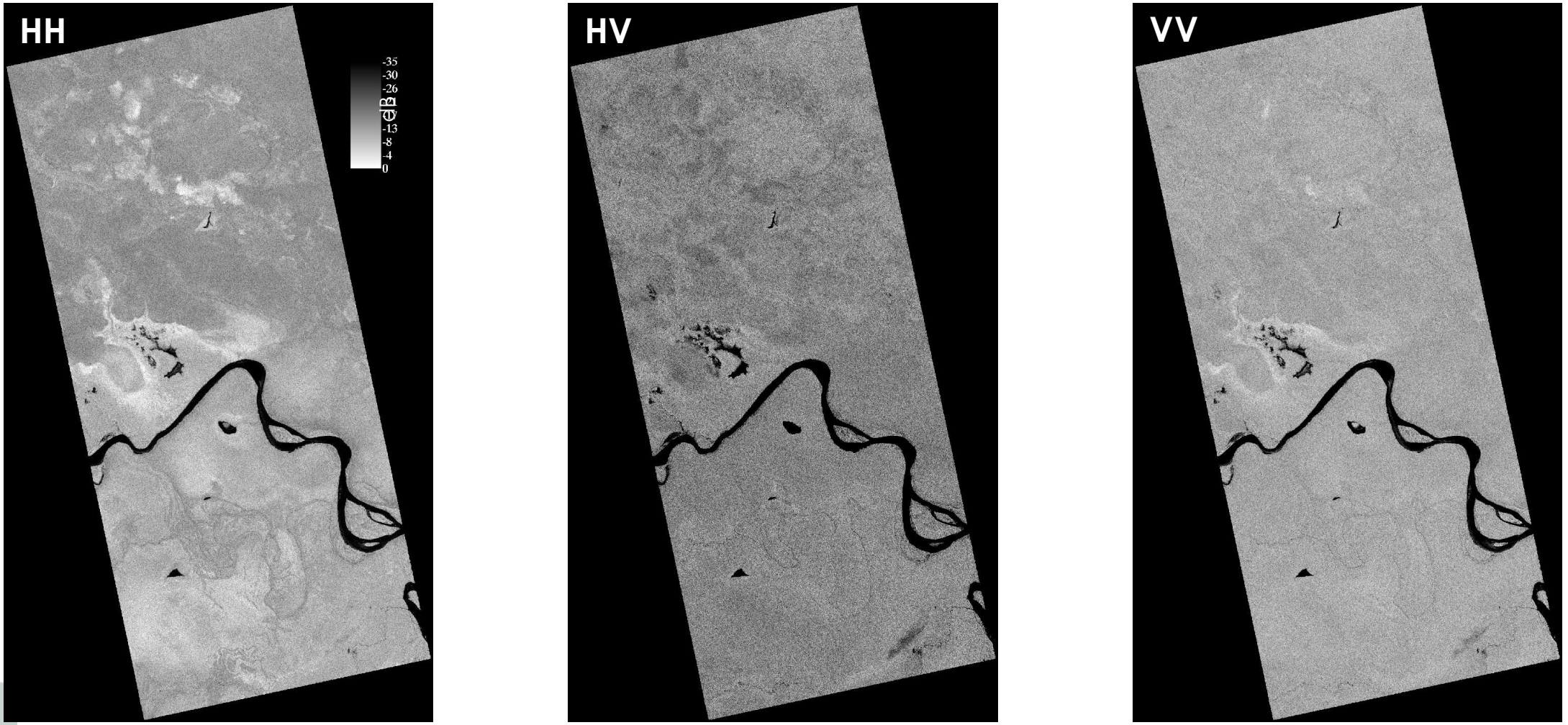


Image Credit: J.R. Jensen, 2000, Remote Sensing of the Environment

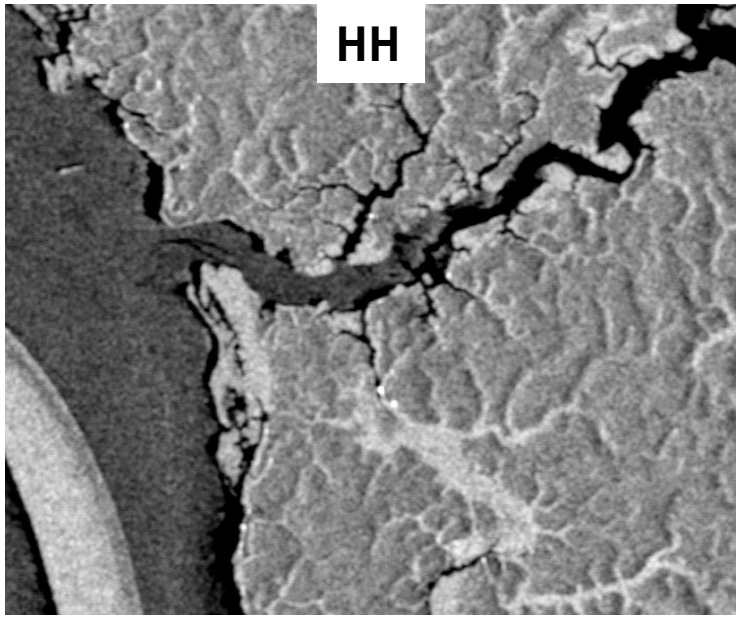
Múltiples Polarizaciones para la Detección de Vegetación Inundada

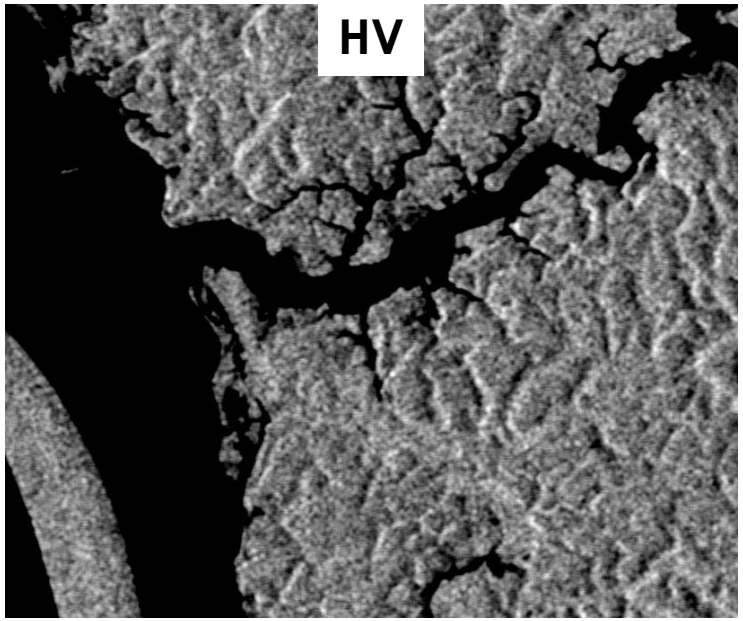
PALSAR (Banda-L) sobre Pacaya-Samiria en Perú

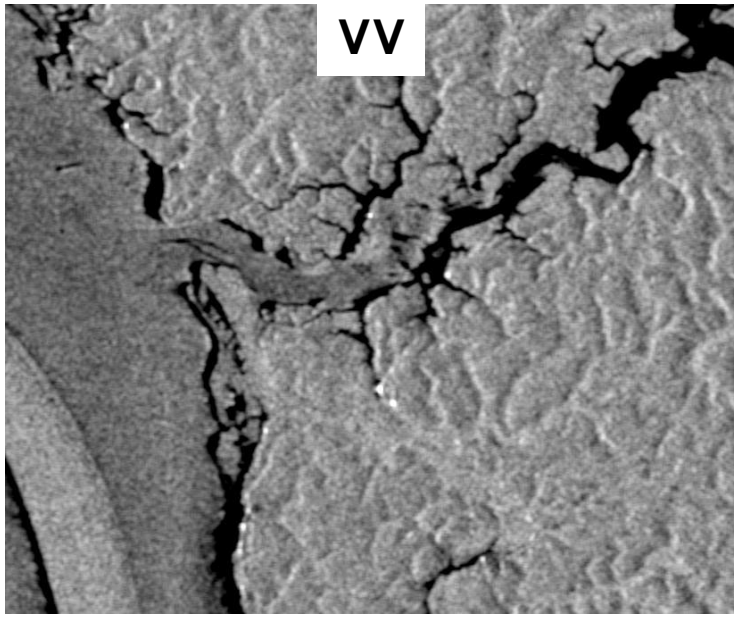


Múltiples Polarizaciones para la Detección de Agua Libre

Imágenes de PALSAR (banda L) cerca de Manaos, Brasil



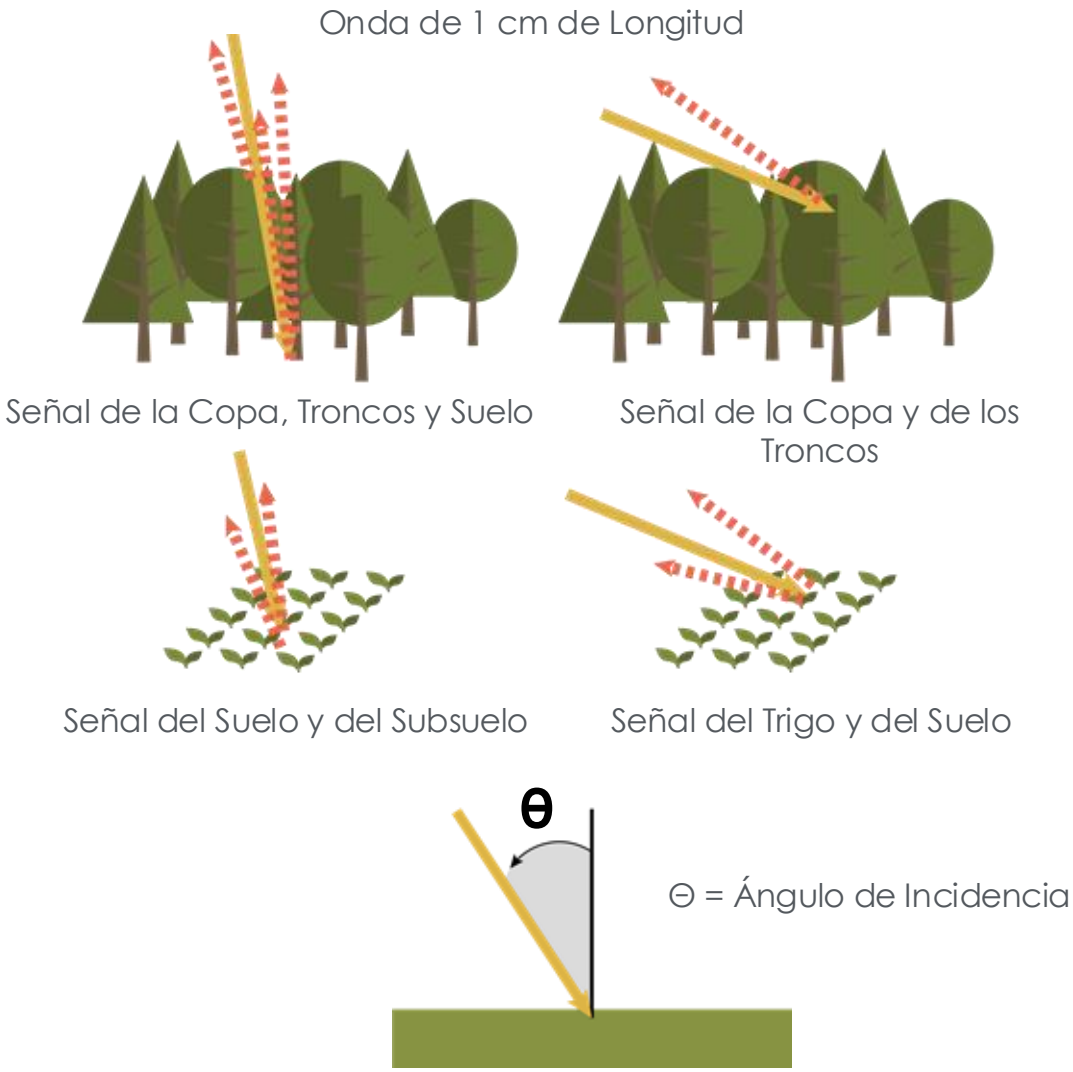




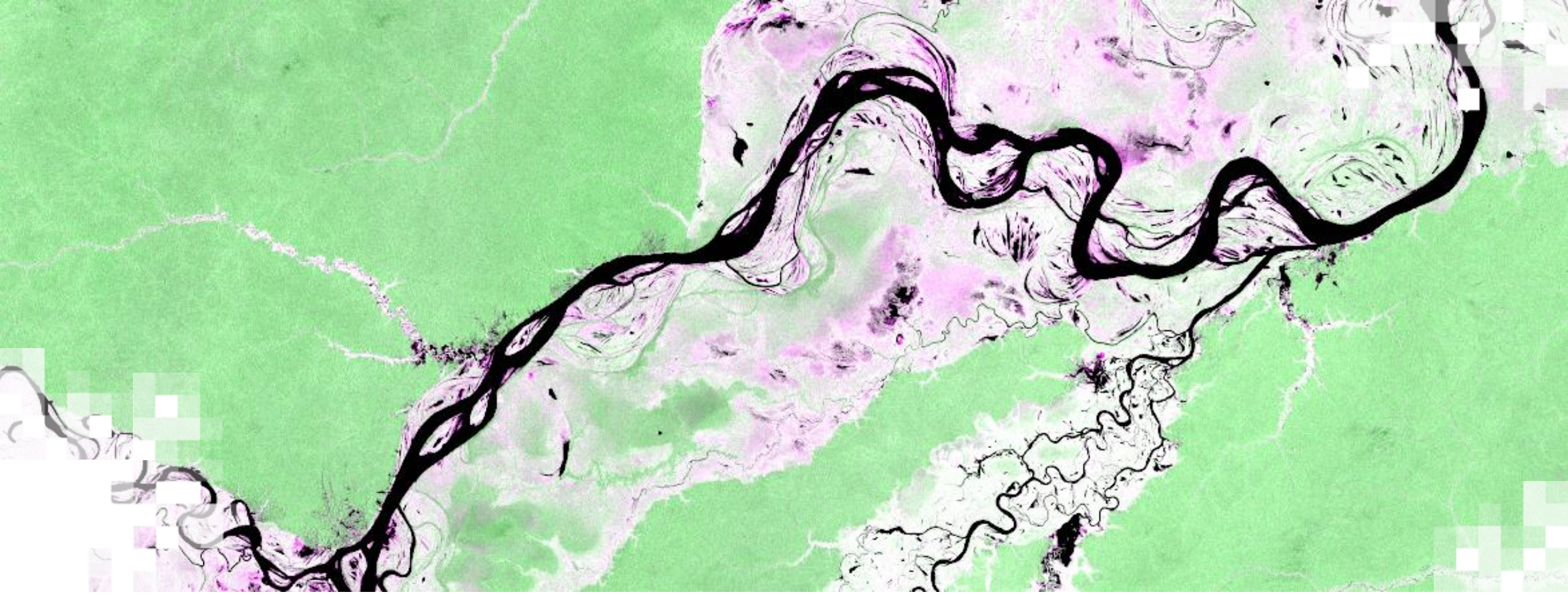
Ángulo de Incidencia

Ángulo de Incidencia Local:

- El ángulo entre la dirección de iluminación del radar y la vertical de la superficie del terreno.
- Toma en cuenta la inclinación local de la superficie.
- Influye la intensidad de la imagen.
- La geometría de la imagen varía de punto a punto en la dirección de rango.



Imágenes Basadas en: (Superior) Ulaby et al. [1981a], (Inferior) ESA

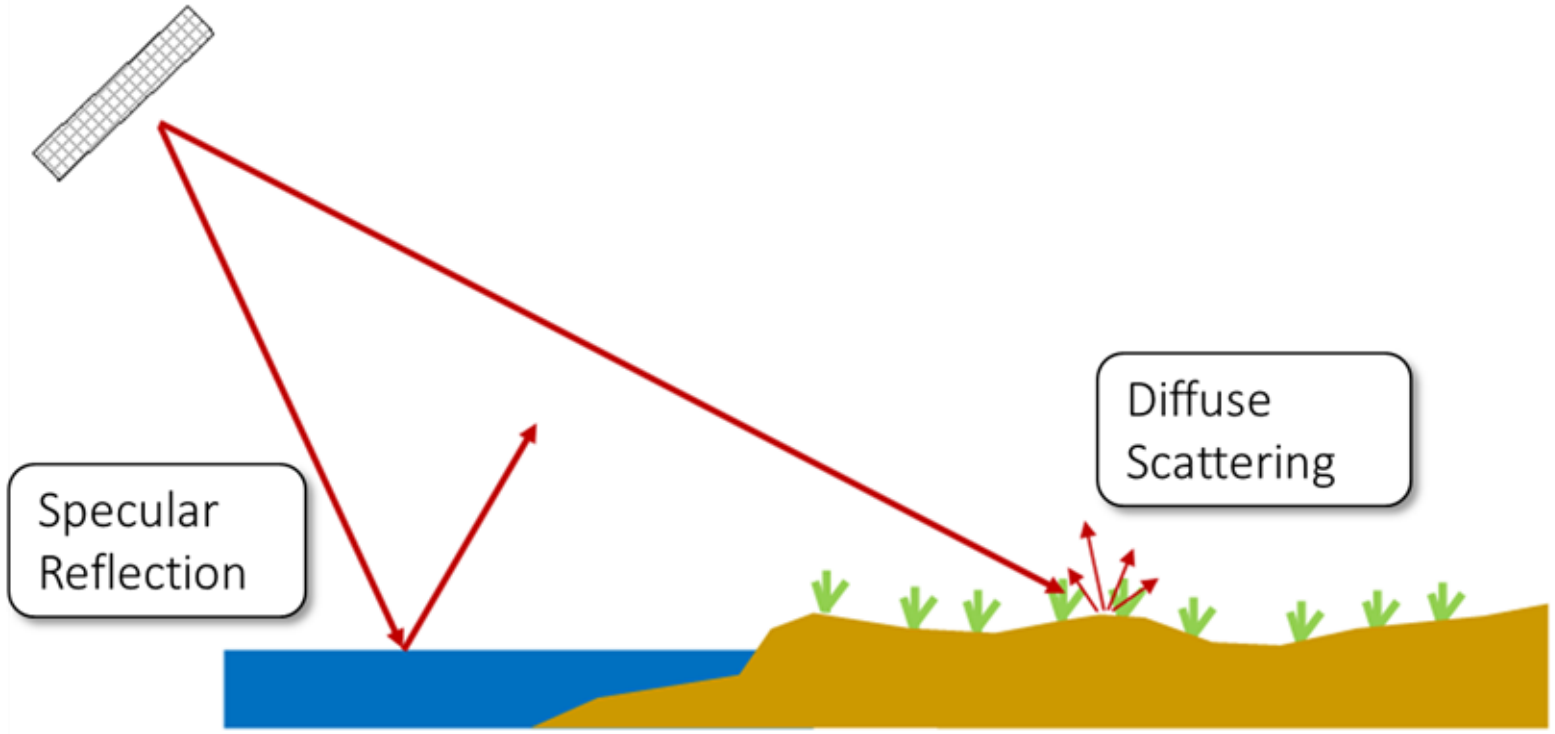


Firmas de Agua Superficial en Imágenes SAR

Firma de Agua Superficial: Agua Libre vs. Tierra

Mapeo de Superficies de Agua Basado en Diferentes Firmas de Radar de Agua y Tierra

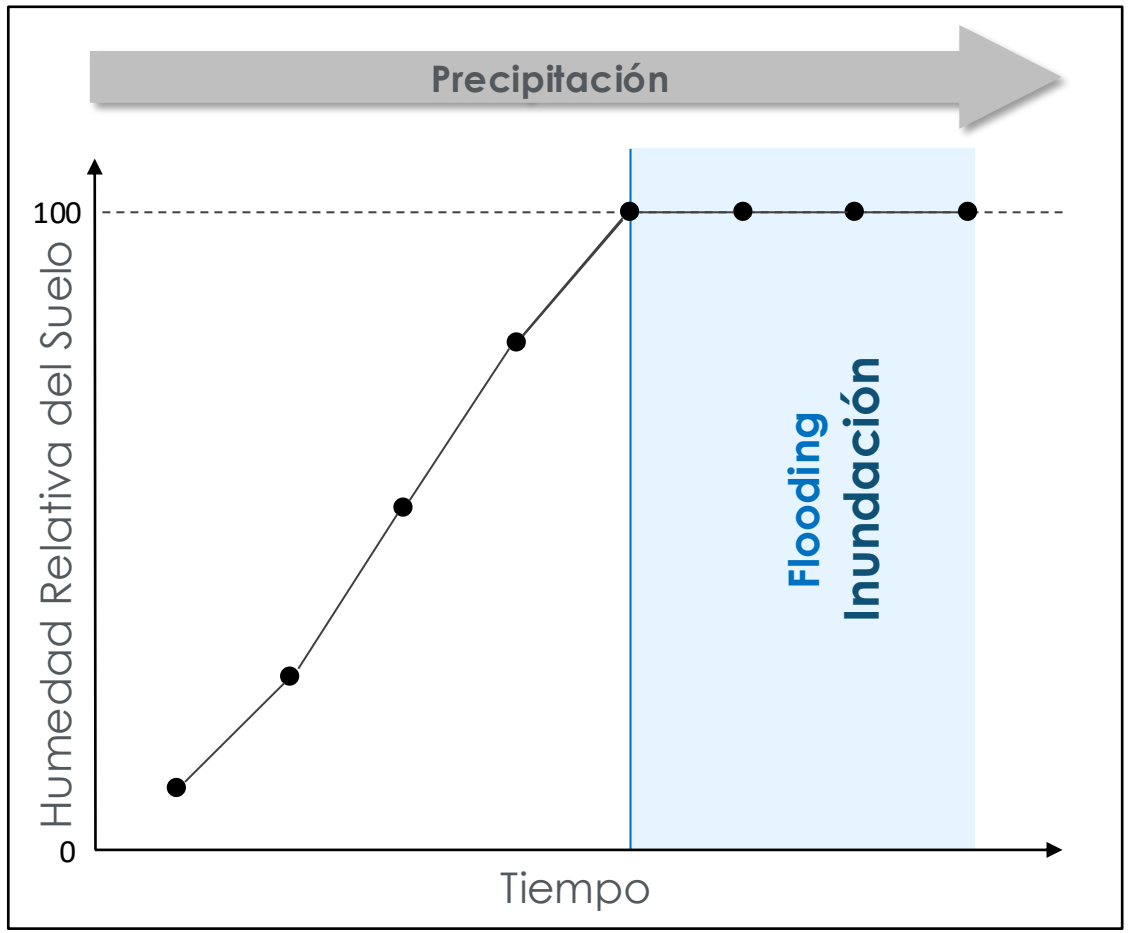
- Las superficies de agua tranquilas aparecen lisas y producen reflexión especular, lo que resulta en una baja retrodispersión.
- Las superficies terrestres circundantes tienen mayor rugosidad, lo que genera una mayor retrodispersión.

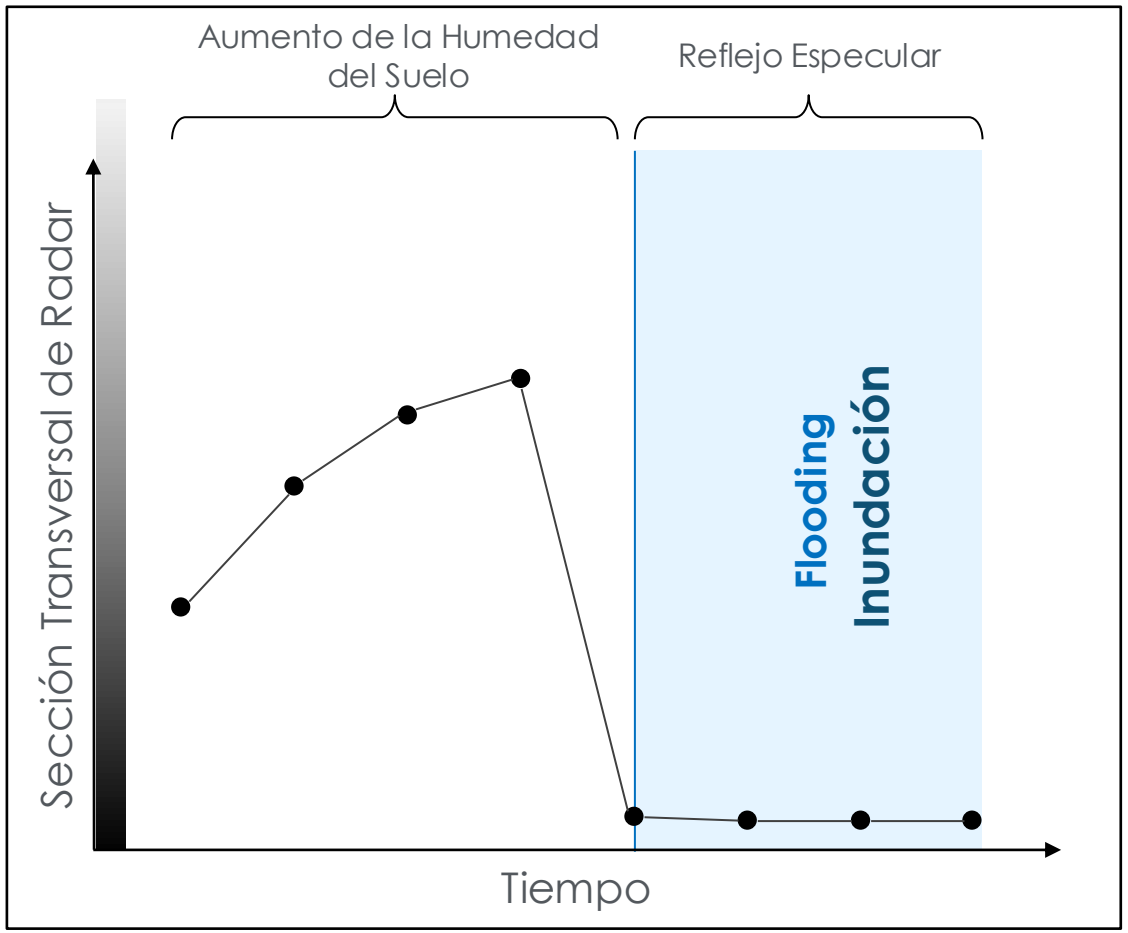


Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF

Firma de Inundación en Áreas con Poca o Ninguna Cobertura Vegetal

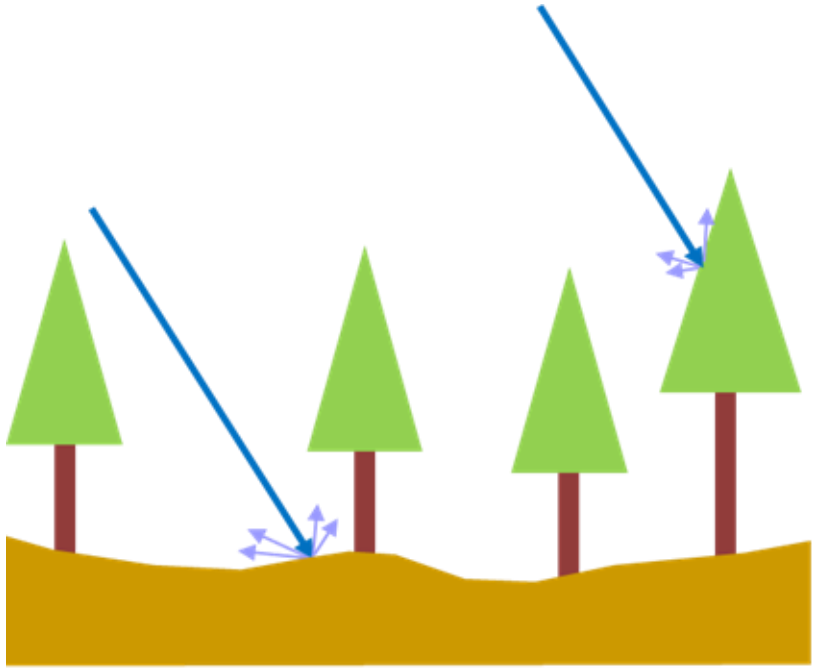
Respuesta relativa de SAR en tierra a medida que aumentan las precipitaciones:



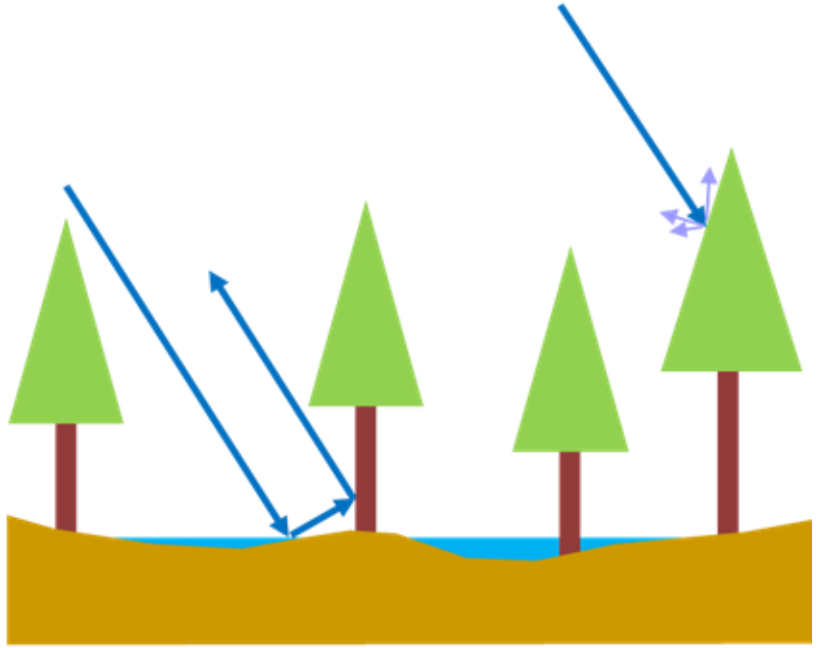


Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF

Firma de Vegetación Inundada



Seco



Inundado

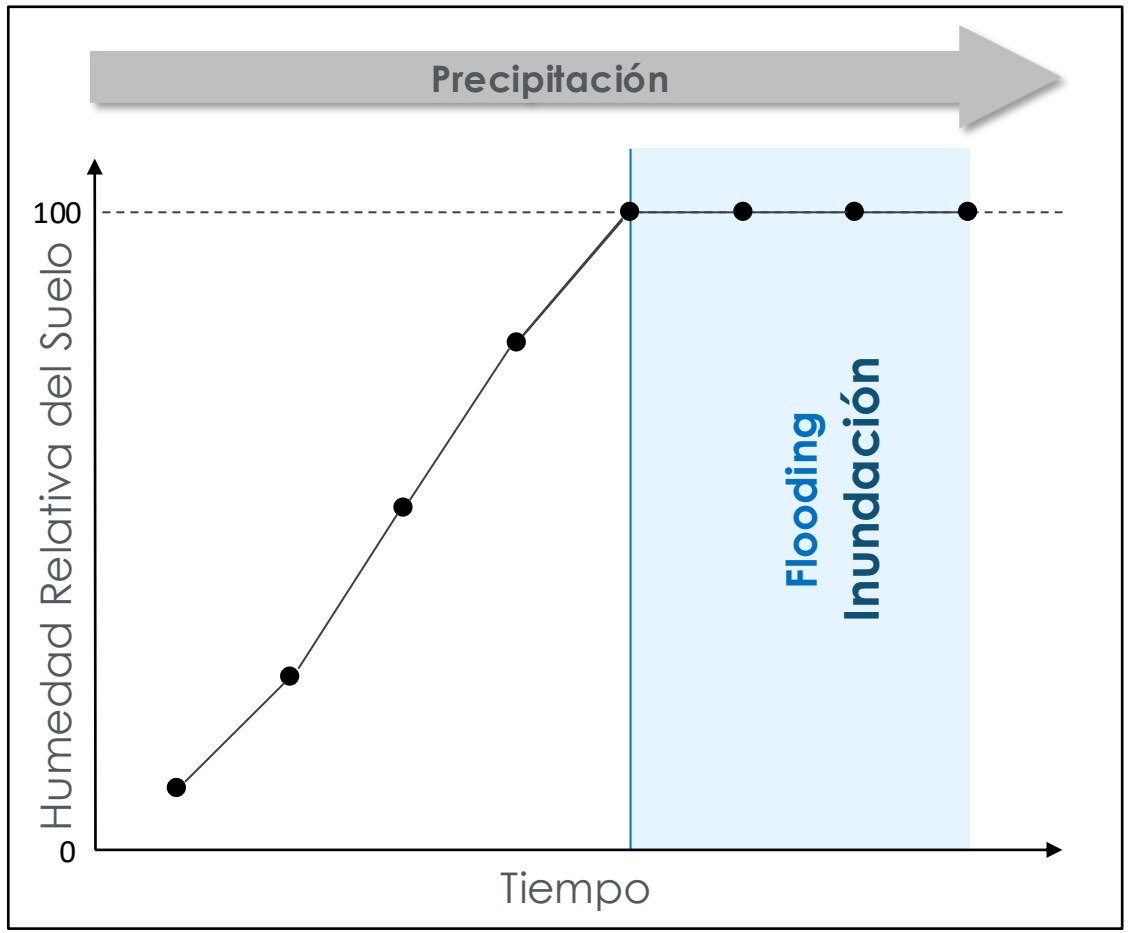


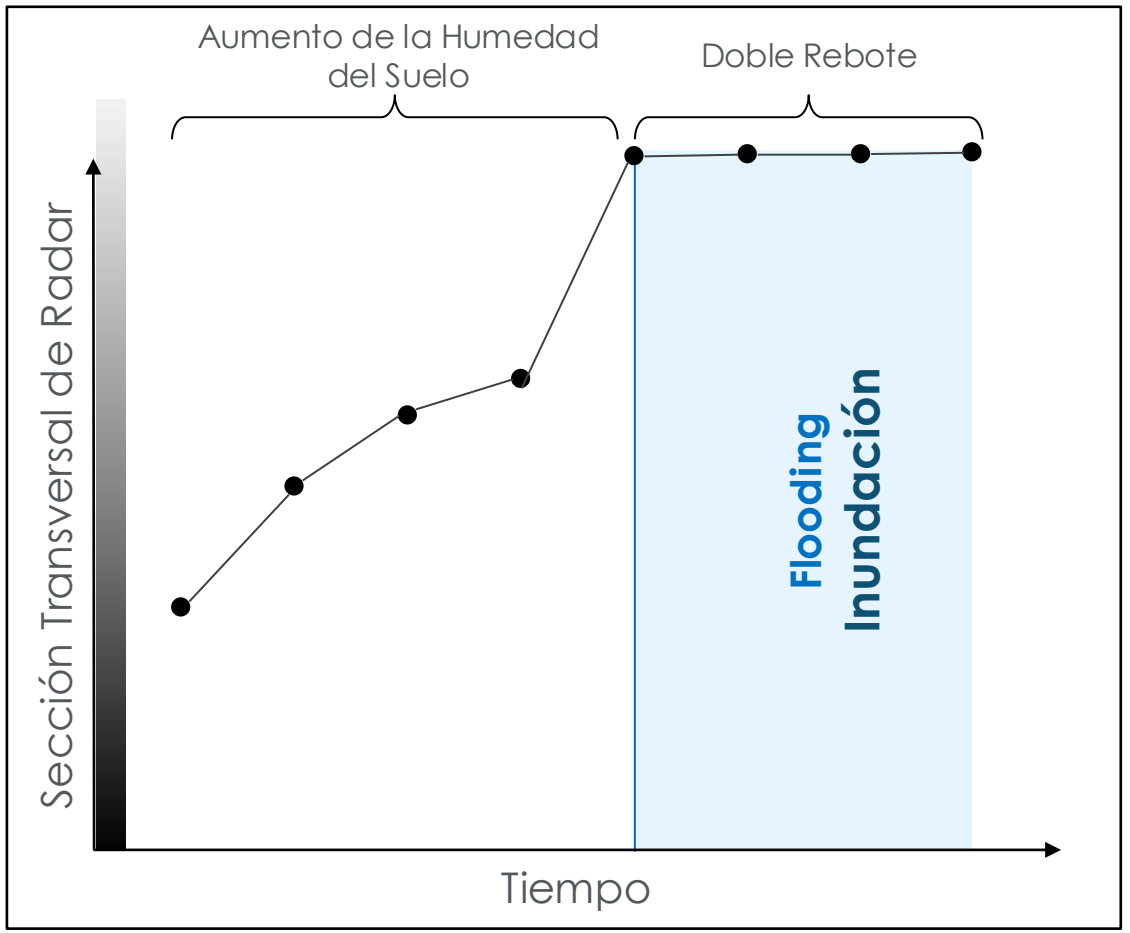
Mayor retrodispersión en vegetación inundada debido a la dispersión de doble rebote entre la superficie lisa del agua y los troncos verticales de los árboles.

Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF

Firma de Inundación Debajo de la Vegetación

Respuesta relativa de SAR en vegetación a medida que aumenta la precipitación:



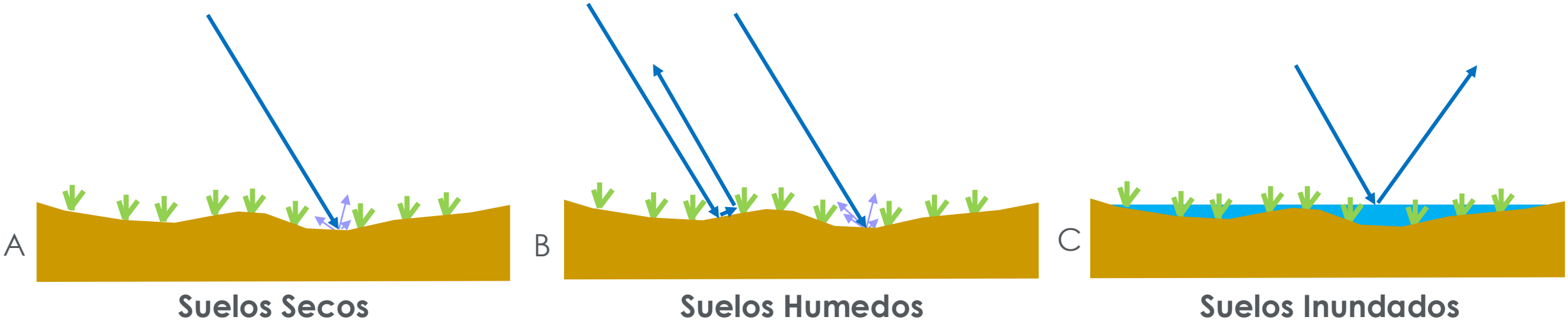


Observable principalmente en la banda-L (NISAR) y mucho menos en la banda-C (Sentinel-1)

Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF

Firmas del Agua Superficial en Cultivos

Mapeo de Inundaciones en Tierras Agrícolas y Praderas Húmedas:



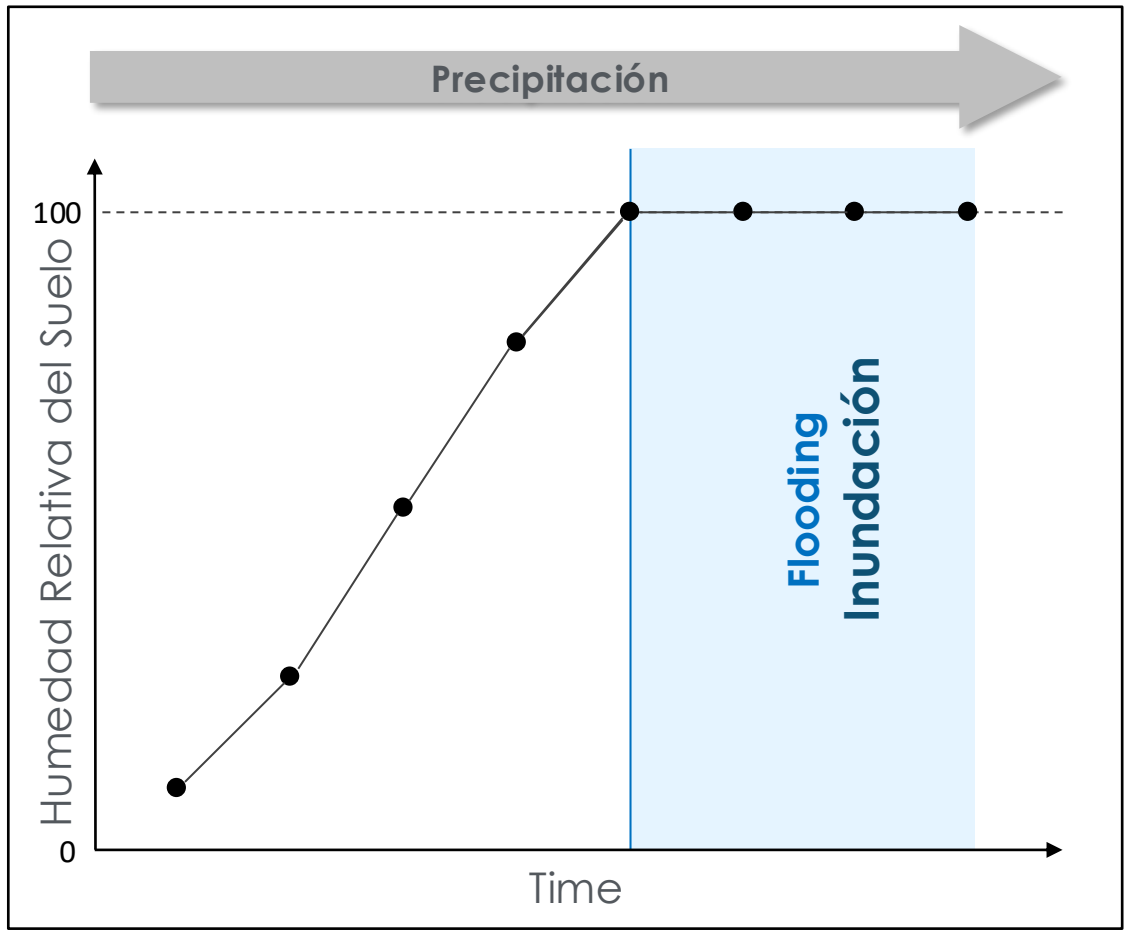
De A a B: La retrodispersión aumenta con el incremento de la humedad del suelo.
C: A medida que aumenta el nivel del agua, la retrodispersión disminuye, ya que la reflexión especular dirige una mayor parte de la señal del radar lejos del sensor.

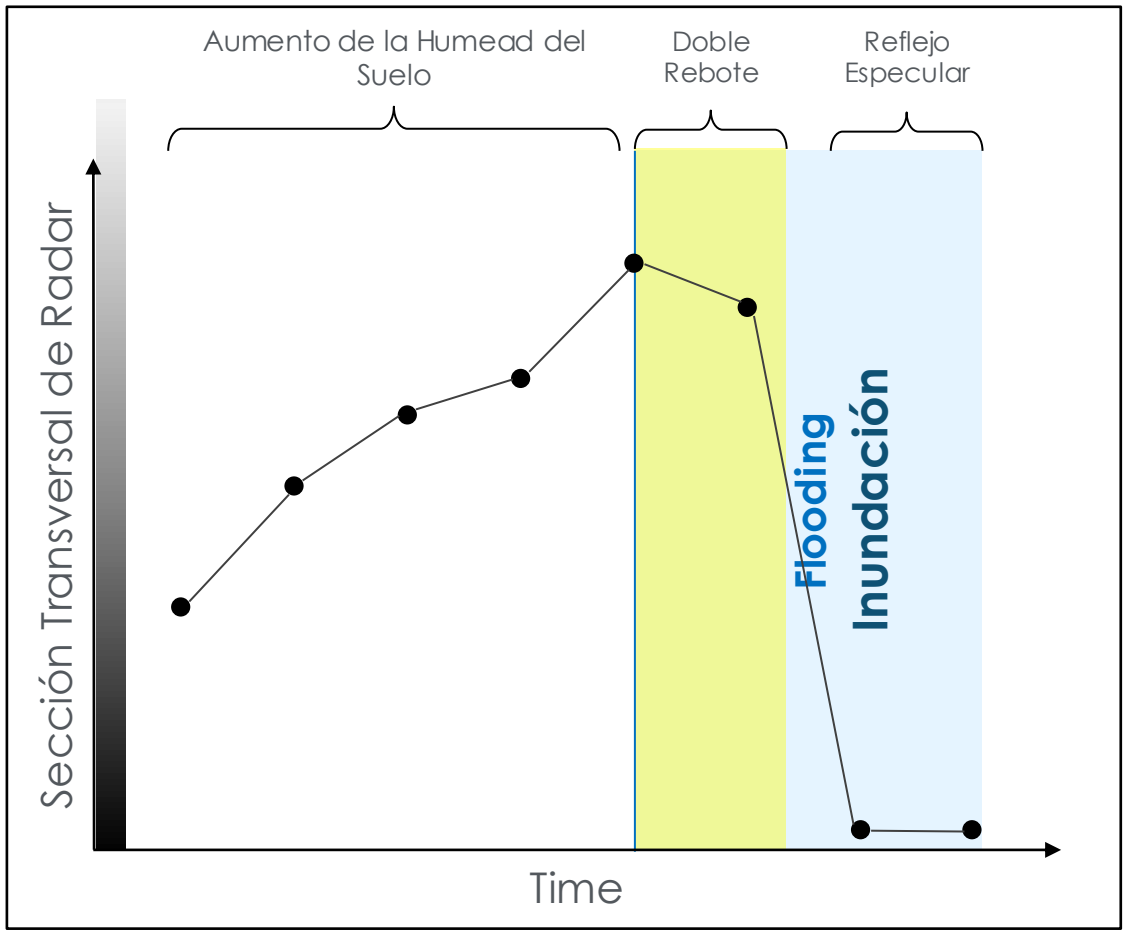
Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF

Fig.: Inundation effects on radar backscatter for wet meadows (after Bourgeau-Chavez et al., 2009)

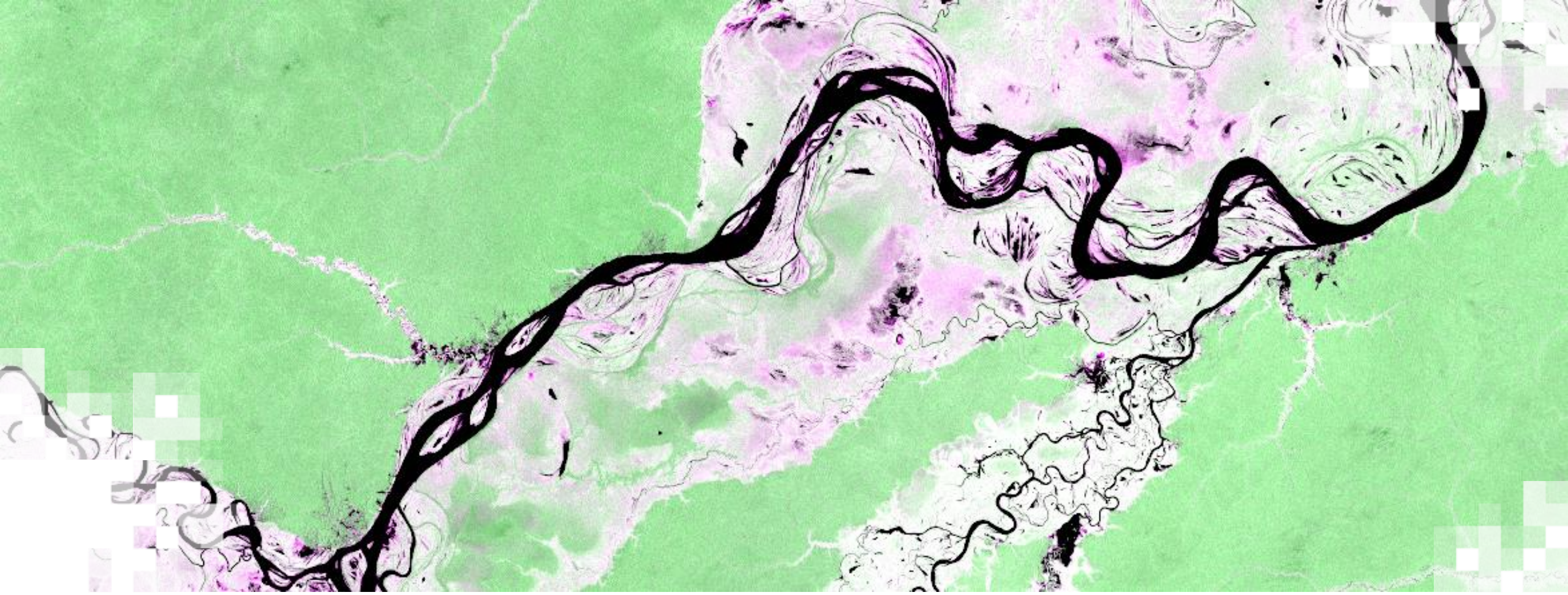
Firma de Inundaciones en Cultivos

Respuesta relativa de SAR en los cultivos a medida que aumenta la precipitación:





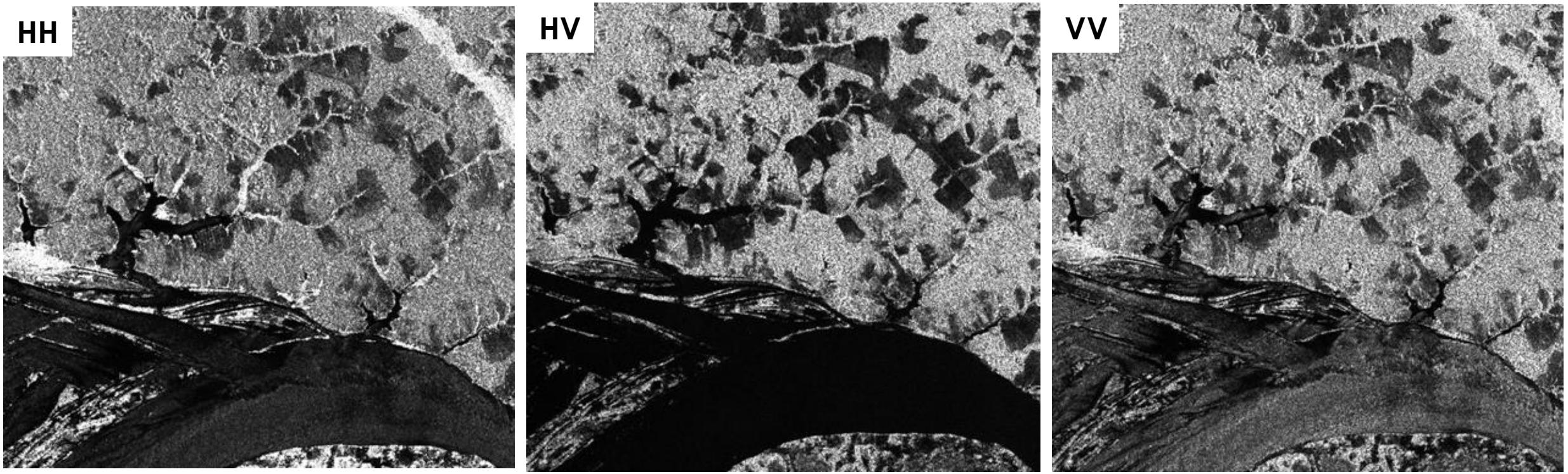
Fuente: Franz Meyer, Univ. of Alaska, Fairbanks/ASF



Fuentes de Confusión

Fuente de Confusión con Agua Libre: Viento y Áreas Agrícolas

PALSAR (Banda- L) cerca de Manaos, Brasil



Fuente de Confusión con Agua Libre: Sombra del Radar

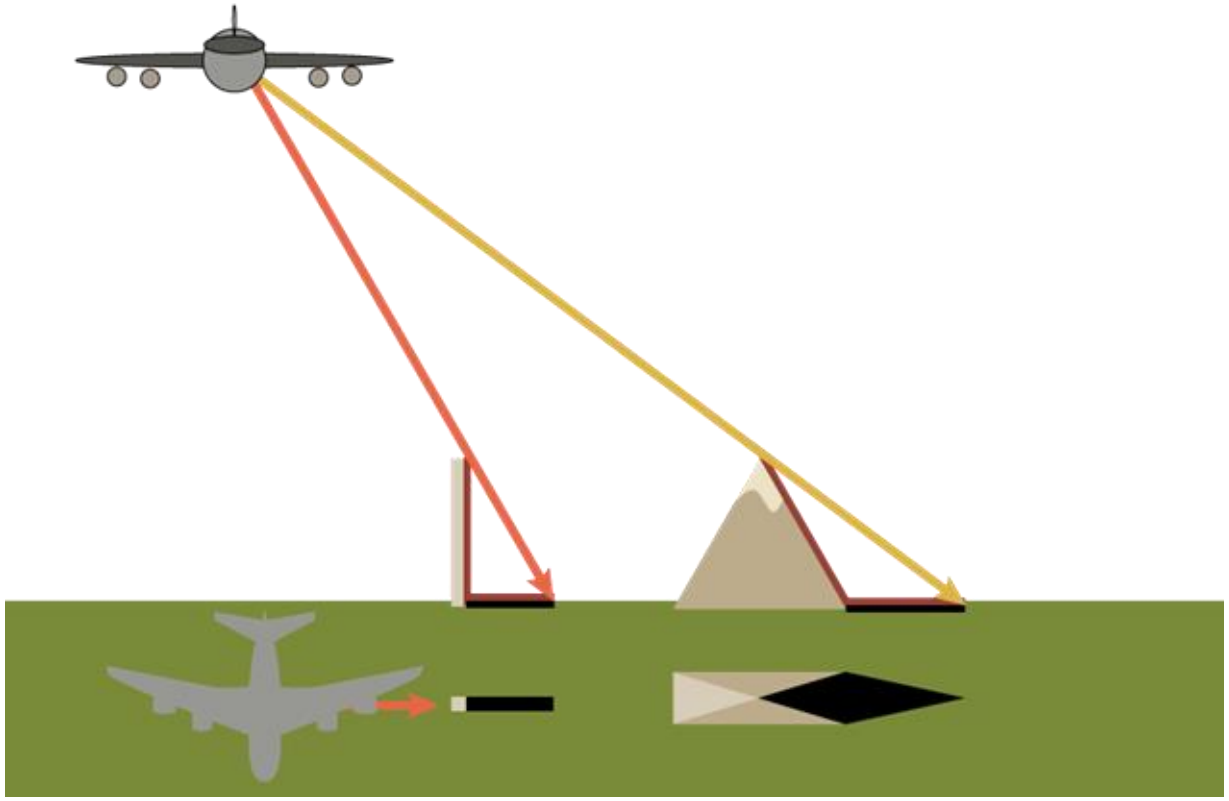
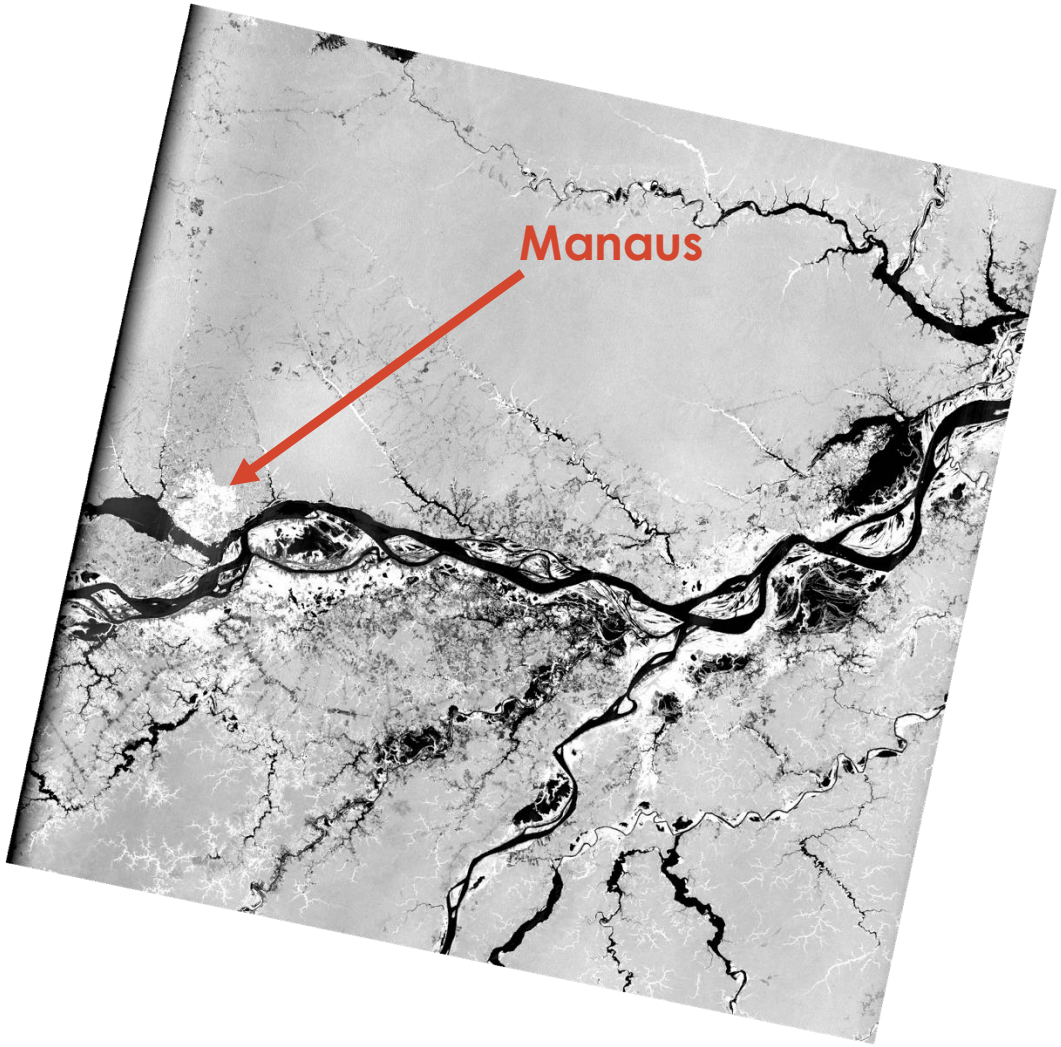




Imagen (izquierda) basada en NRC

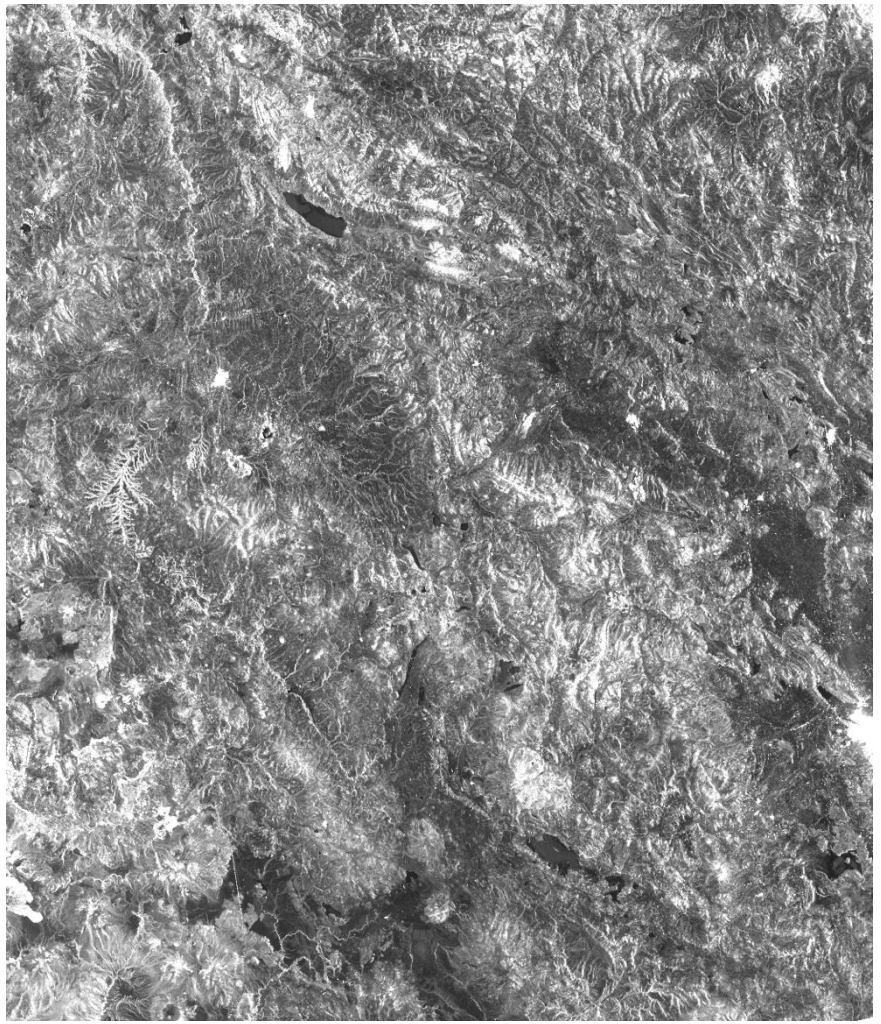
Fuente de Confusión con la Vegetación Inundada: Áreas Urbanas

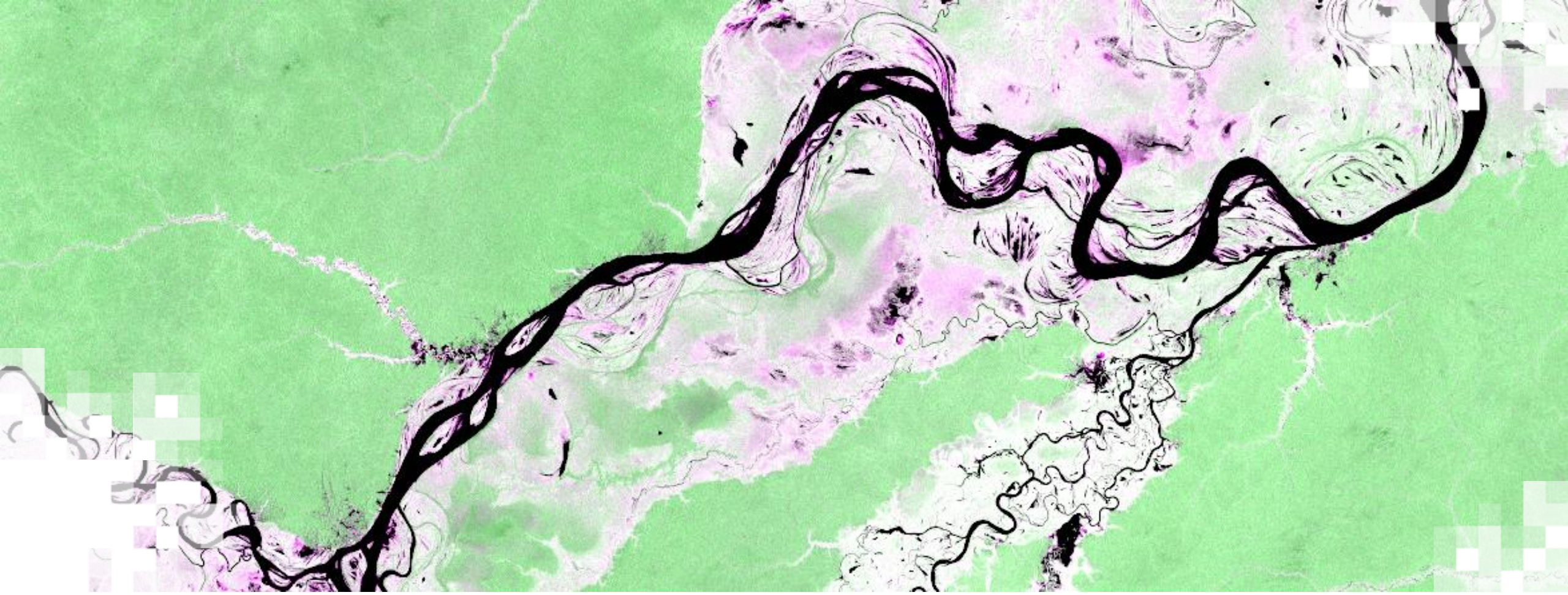
NISAR (Banda L, HH) cerca de Manaos, Brasil



Fuente de Confusión con Vegetación Inundada: Áreas Topográficas

NISAR GCOV (HH) sobre los Andes





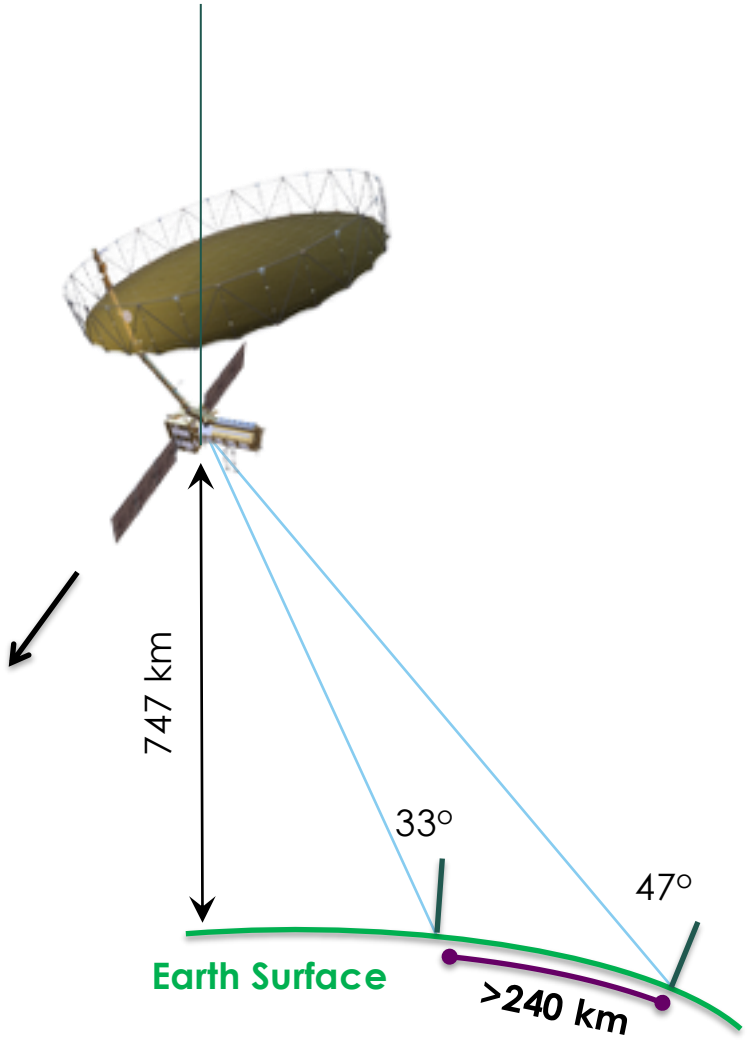
NISAR para el Mapeo de Agua en la Superficie

Características de NISAR

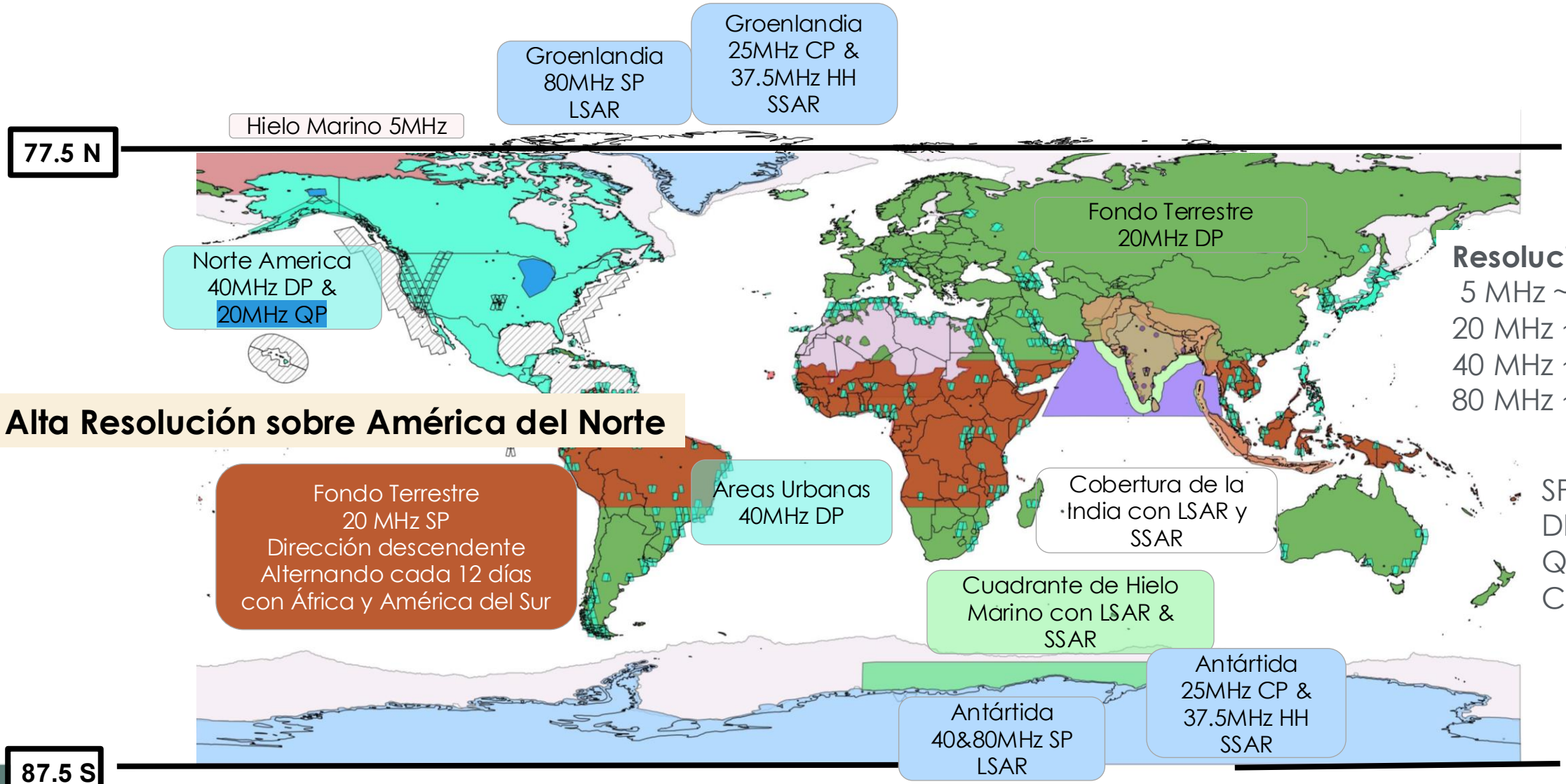
NISAR se lanzó al espacio el 30 de julio de 2025.

Características de NISAR	Permite:
Banda L (longitud de onda de 24 cm)	Baja decorrelación temporal y penetración del follaje
Banda S (longitud de onda de 9,4 cm)	Sensibilidad a la vegetación ligera
Técnica SweepSAR con Ancho de Franja de > 240 km	Adquisición global de datos
Polarimetría (Simple/Dual/Cuádruple)	Caracterización de la superficie y estimación de biomasa
Repetición exacta de 12 días	Muestreo rápido
Resolución espacial de 10 – 50 meteros – dependiendo del modo de adquisición	Observaciones a pequeña escala
3 años (NASA)/5 años (ISRO) de operaciones científicas	Análisis de series temporales
Control de apuntamiento < 273 segundos de arco	Interferometría de deformación
Control de órbita < 500 metros	Interferometría de deformación
Tiempo de observación por orbita: 10% (S)/50% (L)	Cobertura completa de tierra/hielo
Mira solo a la izquierda (Capacidad izquierda/derecha)	Serie temporal ininterrumpida

Geometría de Observación



Plan de Observación Actual



Resolucion Espacial

5 MHz ~ 30 x 6 m
20 MHz ~ 7.5 x 6 m
40 MHz ~ 3.75 x 6 m
80 MHz ~ 1.95 x 6 m

SP – Single Pol
DP – Dual Pol
QP – Quad Pol
CP – Cross Pol

Acceso a Través de: https://experience.arcgis.com/experience/6052a864cd01459393884a7f751558e3

Niveles de Datos de NISAR

Datos	Descripción
Nivel 0	Telemetría cruda y datos de señal.
Nivel 1	Los datos se proporcionan en coordenadas del radar (rango-Doppler) en lugar de coordenadas geográficas.
Nivel 2	Los datos se geocodifican en una cuadrícula cartográfica (proyección UTM o estereográfica polar) y pueden superponerse directamente sobre un mapa o combinarse con otros datos geocodificados.
Nivel 3	Los datos son productos científicos derivados y geocodificados, expresados en unidades físicas. El único producto global de Nivel 3 generado por NISAR es la humedad del suelo. Existen algoritmos (ATBDs) para generar productos de Nivel 3 específicos por disciplina, los cuales han sido validados en sitios de calibración y validación. Estos incluyen biomasa, perturbación de la vegetación, inundación de humedales, área de cultivos, deformación de la superficie, indicadores de daño, velocidad de capas de hielo y glaciares, y velocidad del hielo marino.

Datos en Banda L de NISAR

Datos	Nivel (Level)	Cobertura
RSLC (Range Doppler Single Look Complex)	L1	Global
GSLC (Geocoded SLC)	L2	Global
GCOV (Geocoded Covariance)	L2	Global
GUNW (Geocoded Unwrapped and Wrapped Interferogram)	L2	Global
GOFF (Geocoded Pixel Offsets)	L2	Regiones de la Criósfera
RIFG (Range-Doppler Wrapped Interferogram)	L1	Regiones de la Criósfera
RUNW (Range-Doppler Unwrapped Interferogram)	L1	Regiones de la Criósfera
ROFF (Range-Doppler Pixel Offsets)	L1	Regiones de la Criósfera
Soil Moisture	L3	Casi Global

Estado de los Datos de NISAR

Febrero de 2026: Productos Beta

- Más de 100,000 datos globales de Nivel 1-3 precalibrados fueron liberados el 27 de febrero de 2026.

20 de julio de 2026: Liberación de Datos Provisionales

- Esta liberación incluye adquisiciones a partir del 17 de junio de 2026.
- Los datos están completamente calibrados y han sido validados en un conjunto limitado de sitios alrededor del mundo.
- Representan una mejora significativa con respecto a los productos beta.
- Todavía se requiere una validación más completa en áreas más extensas alrededor del mundo.

Finales de 2026: Reprocesamiento Validado

- Productos de Nivel 0-3 completamente validados a partir de los datos acumulados durante la fase científica de la misión. Se espera que este procesamiento se complete antes del final del año calendario.

Acceso a los Datos de NISAR

Búsqueda y Exploración Basadas en Mapas:

- Earthdata Search
- ASF Vertex
- Bhoonidhi (for access to ISRO L- and S-Band data)

Búsqueda y Exploración Programáticas:

- earthaccess
- asf-search

Acceso Directo a Buckets de AWS S3

nisar-docs.asf.alaska.edu/access-overview/

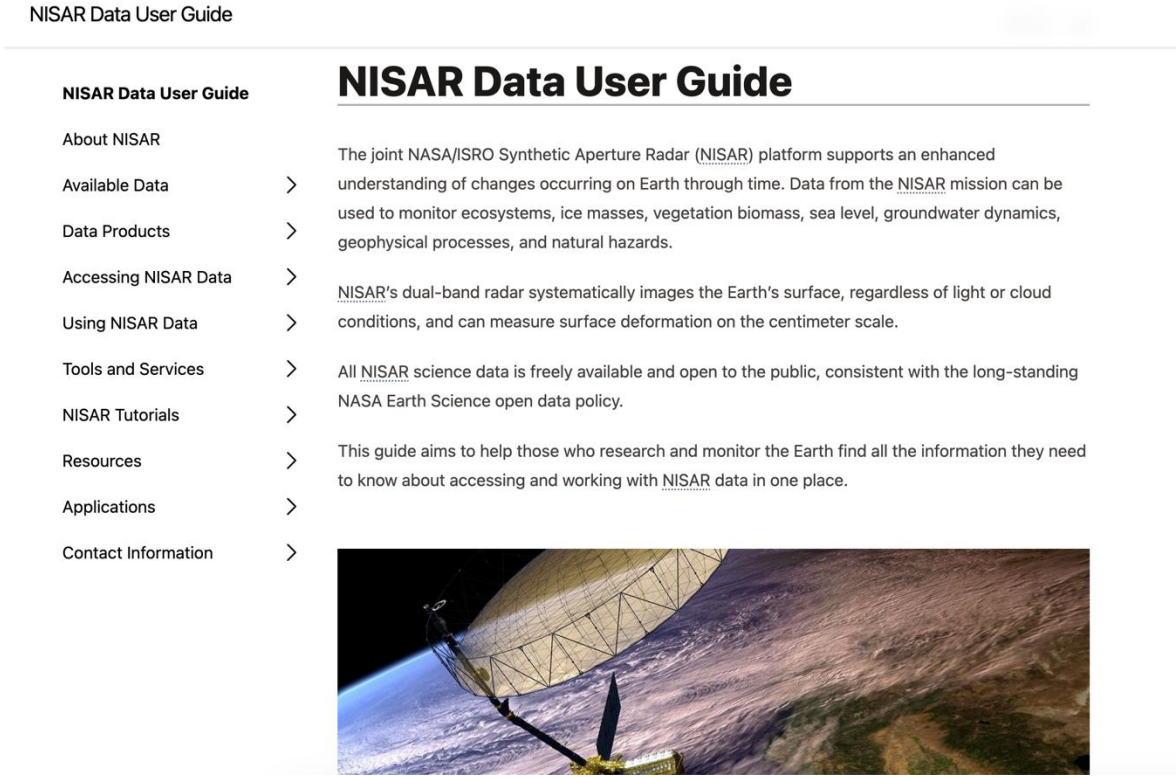
Recursos de NISAR

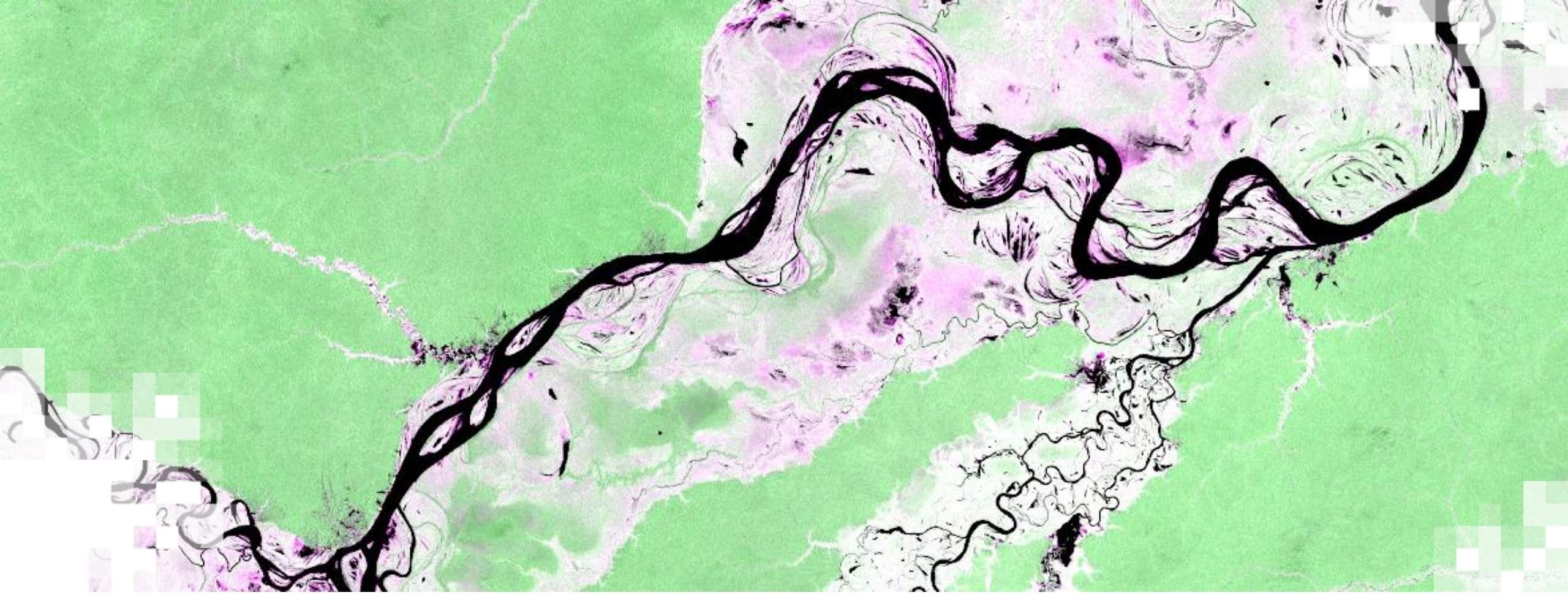
Manual de NISAR



Guía de Usuario de Datos de NISAR

https://nisar-docs.asf.alaska.edu/





Demostración

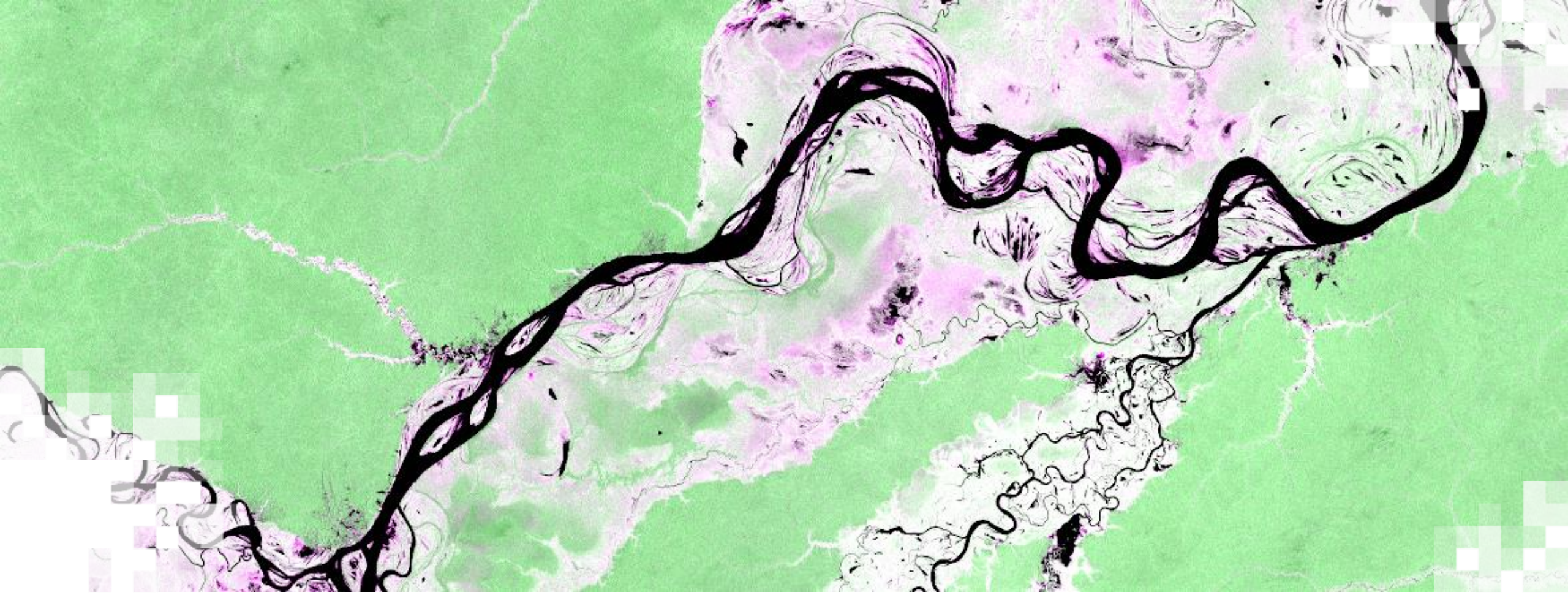
Descripción General de la Demostración

Objetivo:

- Generar un mapa de inundación utilizando una imagen GCOV de NISAR antes y después de un evento de inundación
- Aplicar un umbral para identificar agua libre y vegetación inundada

Descripción General:

- Descargar la imagen GCOV de NISAR del área de interés
- Visualizar ambas polarizaciones
- Determinar los valores promedio para agua libre y vegetación inundada
- Definir un umbral basado en esos valores promedio
- Generar un mapa de inundación



Sesión 1:
Resumen

Resumen

- SAR es una tecnología activa de teledetección por microondas que proporciona observaciones de la superficie terrestre de día y de noche, con capacidad de penetrar las nubes.
- El SAR es particularmente valioso para el monitoreo de inundaciones porque puede detectar inundaciones durante e inmediatamente después de las tormentas, cuando las imágenes ópticas a menudo no están disponibles debido a la cobertura de nubes.
- El SAR es especialmente sensible a cuerpos de agua libre (baja retrodispersión) y a vegetación inundada (muy alta retrodispersión).
- NISAR cuenta con un SAR de banda L (24 cm) y un SAR de banda S (9.4 cm).
- Las longitudes de onda más largas son más adecuadas para monitorear inundaciones en bosques densos, mientras que las longitudes de onda más cortas son mejores para vegetación menos densa, como áreas agrícolas.
- El producto **GCOV de NISAR** es el más adecuado para detectar y monitorear aguas superficiales.

La Segunda Sesión

Los participantes aprenderán a:

- Reconocer las capacidades y las aplicaciones apropiadas del producto OPERA Surface Water Extent para el monitoreo de recursos hídricos.
- Evaluar cuándo es más apropiado generar un mapa de inundación a partir de datos de NISAR en comparación con el uso del producto OPERA Surface Water Extent.
- Acceder a los productos OPERA Surface Water Extent para interpretar aplicaciones de monitoreo de inundaciones con SIG.

Tarea y Certificados

- **Tarea:**
  - Se asignará una tarea
  - Abre el 27 de octubre de 2026
  - Acceder desde la página de esta capacitación
  - Debe enviar sus respuestas vía el formulario de Google
  - **Fecha de entrega: 17 de noviembre de 2026**

- **Certificado de Finalización de Curso:**
  - Asista a las dos sesiones en vivo (la asistencia se registra automáticamente)
  - Complete la tarea a la fecha indicada

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

Información de Contacto

Instructora:

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

- ARSET Website
- ARSET YouTube

Para preguntas, comentarios o para compartir cómo ha aplicado nuestras capacitaciones en su trabajo o estudios, escríbanos a: nasa.arset@gmail.com.

Únase a nuestra lista de correo para mantenerse al día con nuestras capacitaciones más recientes. Visite nuestra pagina de Contacto para subscribirse.


APPLIED REMOTE SENSING TRAINING PROGRAM
TRAIN - EMPOWER - ADVANCE

Gracias!