

Mapeo y Monitoreo de Bosques con Datos SAR: Mapeo de Manglares

Erika Podest, Amber McCullum, Juan Luis Torres Pérez, Sean McCartney

19 de mayo de 2020



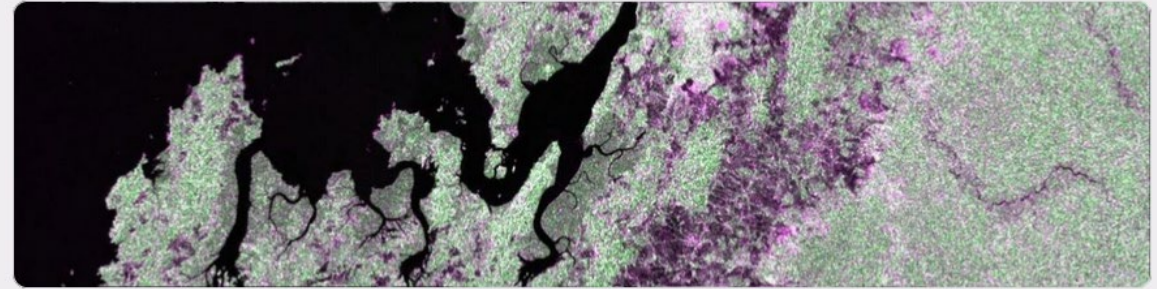
Estructura del Curso

- Cuatro sesiones de dos horas cada una los días **12, 14, 19 y 21 de mayo**
- Habrá dos sesiones por día presentando el mismo material en
 - Inglés (11:00-13:00 Hora Este de EE.UU.)
 - Español (14:00-16:00 Hora Este de EE.UU.)
 - **Por favor inscríbese y asista a solo una sesión por día.**
- Las grabaciones de las sesiones, las presentaciones PowerPoint y la tarea asignada se podrán encontrar después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/forest-mapping-sar>
 - Preguntas y respuestas: Después de cada sesión y/o por correo electrónico:
 - erika.podest@jpl.nasa.gov
 - amberjean.mccullum@nasa.gov
 - juan.l.torresperez@nasa.gov



Tarea y Certificados

- **Tarea:**
 - Habrá una tarea asignada
 - Debe enviar sus respuestas vía Google Forms
- **Certificado de Finalización:**
 - Asistir a las cuatro sesiones en vivo
 - Completar la tarea asignada hasta el **4 de junio** (acceder desde la página web de ARSET)
 - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Homework: Advanced Webinar: Forest Mapping and Monitoring with SAR Data

This homework includes questions from the lectures and exercises from all sessions of this webinar. Some questions refer to portions of the exercise that can be best answered as you are completing the steps. Thus, it may be best to record your answers on a sheet of paper or elsewhere before submitting them here. You will not be able to save your answers and come back to complete this form at a later time.



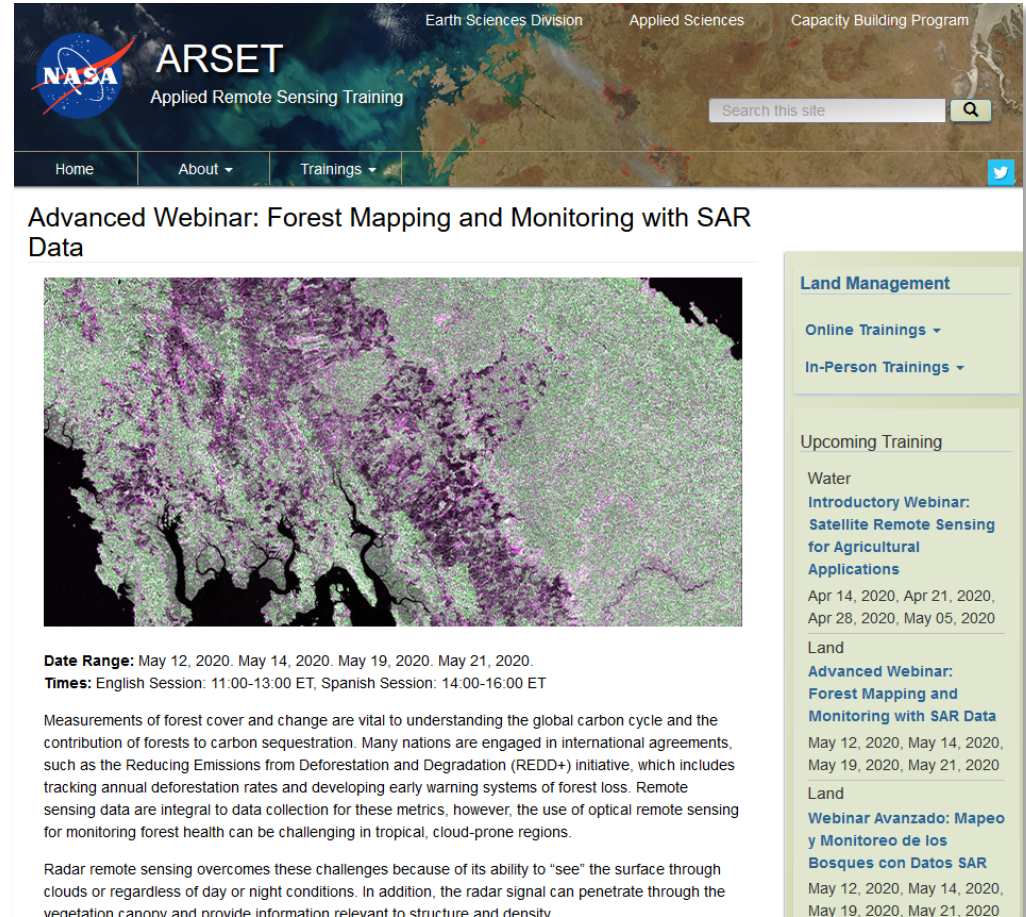
Prerrequisitos y Material del Curso

- **Prerrequisitos:**

- Por favor complete la siguiente capacitación o cuente con experiencia equivalente:
 - [Introducción al Radar de Apertura Sintética](#)
 - [Advanced Webinar: SAR for Landcover Applications](#)
- Abrir una cuenta en Google Earth Engine (gratis):
- <https://earthengine.google.com>

- **Material del Curso:**

- <https://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/forest-mapping-sar>



The screenshot shows the ARSET (Applied Remote Sensing Training) website. The header includes the NASA logo, the text 'ARSET Applied Remote Sensing Training', and navigation links for 'Earth Sciences Division', 'Applied Sciences', and 'Capacity Building Program'. A search bar is present. Below the header, there are navigation tabs for 'Home', 'About', and 'Trainings'. The main content area features a large satellite image of a forest with a color overlay. The title of the webinar is 'Advanced Webinar: Forest Mapping and Monitoring with SAR Data'. Below the image, the 'Date Range' is listed as May 12, 2020, May 14, 2020, May 19, 2020, and May 21, 2020. The 'Times' are listed as English Session: 11:00-13:00 ET, Spanish Session: 14:00-16:00 ET. A paragraph of text describes the importance of forest cover measurements for carbon sequestration and deforestation monitoring. A second paragraph explains how radar remote sensing overcomes challenges in tropical, cloud-prone regions. On the right side, there is a sidebar with navigation links for 'Land Management', 'Online Trainings', and 'In-Person Trainings'. Under 'Upcoming Training', there are two entries: 'Introductory Webinar: Satellite Remote Sensing for Agricultural Applications' and 'Advanced Webinar: Forest Mapping and Monitoring with SAR Data', both with dates from May 12 to May 21, 2020.



Esquema del Curso

Parte 1: Análisis de Cambios en los Bosques con Series Temporales

Parte 2: Clasificación de la Cobertura Terrestre con Datos de Radar y Ópticos

Parte 3: Mapeo de Manglares

Parte 4: Estimación de la Altura de la Vegetación

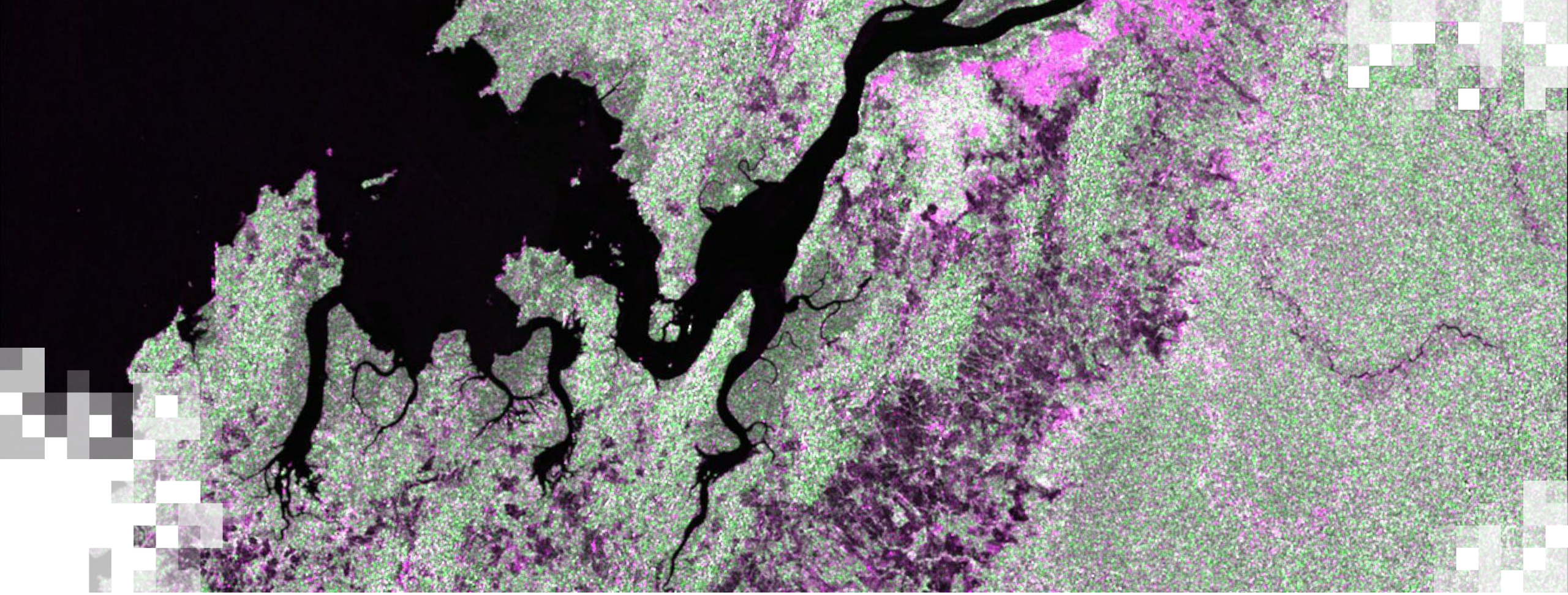


Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta presentación, usted podrá:

- Identificar la interacción de la señal de radar con ecosistemas de manglares
- Reconocer los desafíos de utilizar SAR para el mapeo de manglares





Ecosistemas de *Manglar*

Ecosistemas de Manglar – Distribución y Rol



Fuente: wetlandsandwildlife.wordpress.com



Ecosistemas de Manglar - Tipos

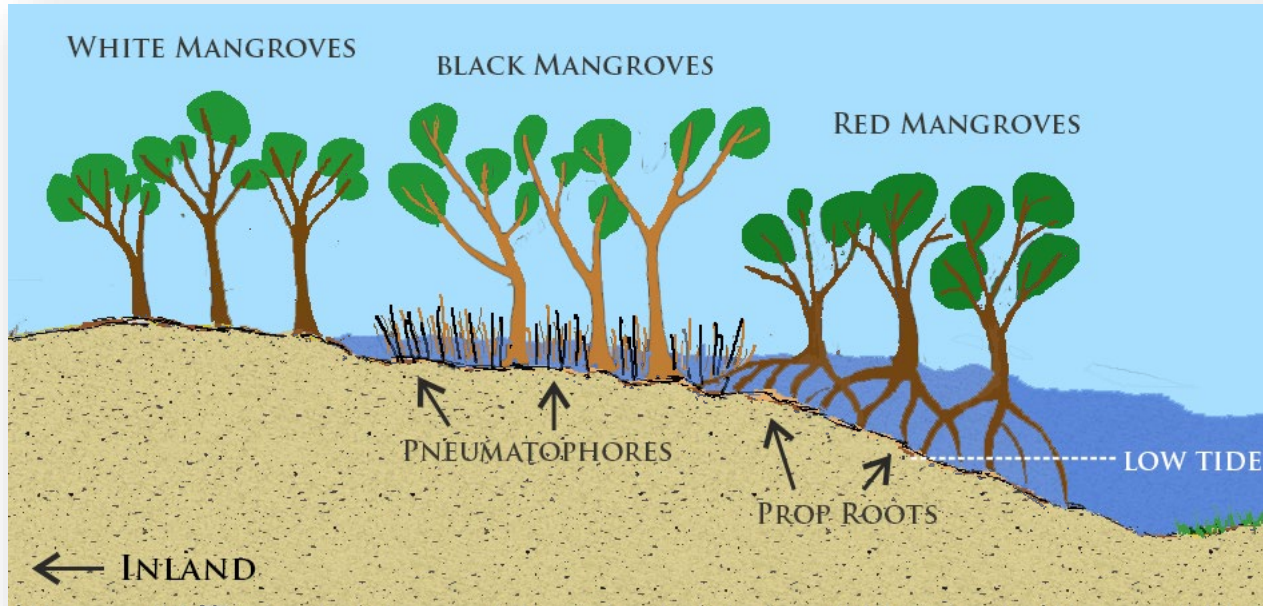


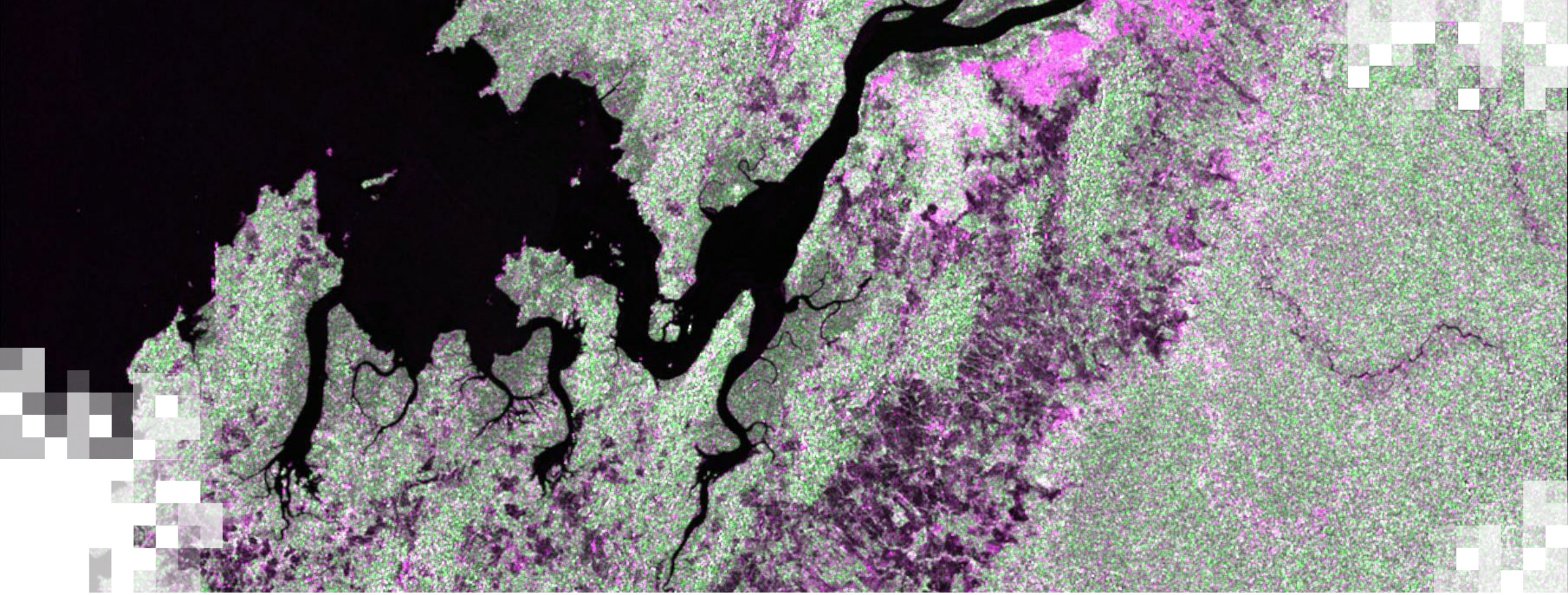
Foto: Ecolombianos y Ecologiapolitica



Desafíos de Mapear Ecosistemas de Manglar

- Requiere imágenes de alta resolución
- Nubes
- La diferencia entre marea alta y baja puede afectar las características de la señal

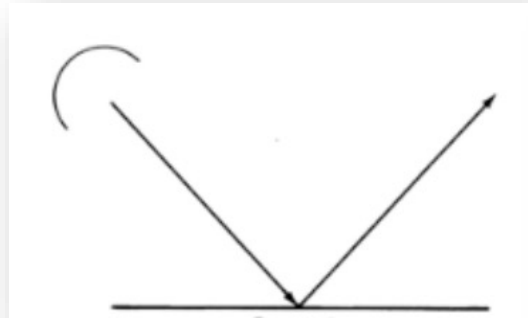




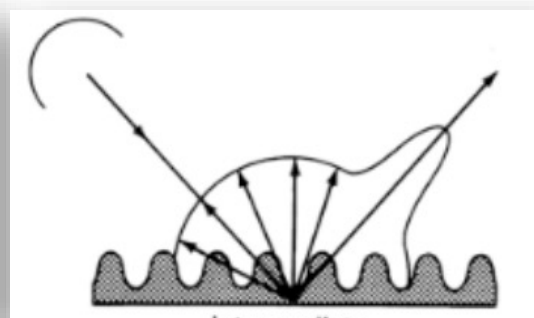
Características de la Señal de SAR en Ecosistemas de Manglar

Interacción de la Señal de Radar

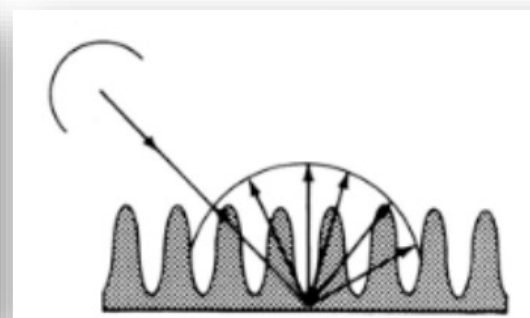
- La escala de la superficie con relación a la longitud de onda determina cuán lisa o rugosa aparece y cuán brillante u oscura se verá en la imagen
- Mecanismos de Retrodispersión:



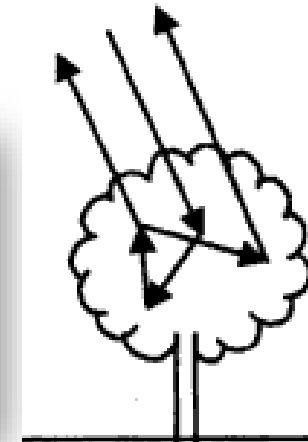
Superficie Lisa



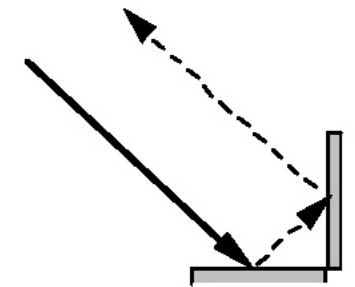
Superficie Rugosa
(Áspera)



Superficie Más
Rugosa



Dispersión por
Volumen

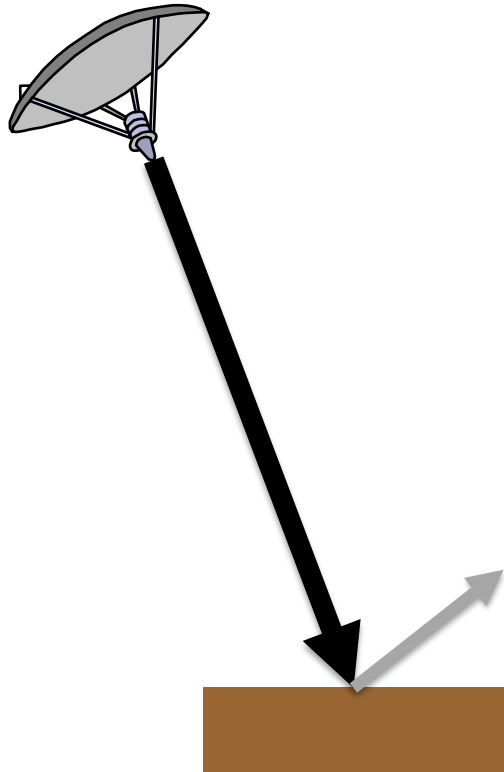


Doble Rebote



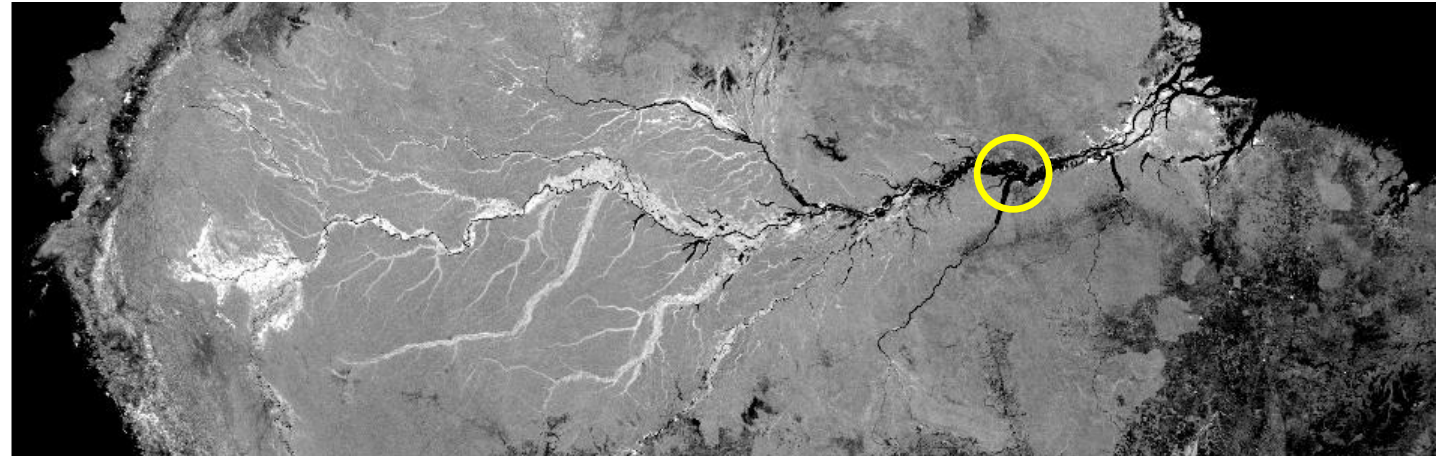
Ejemplo de la Interacción de la Señal de Radar

Dispersión por Espejo (Specular Reflection)



Superficie plana y lisa
(agua, carretera)

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

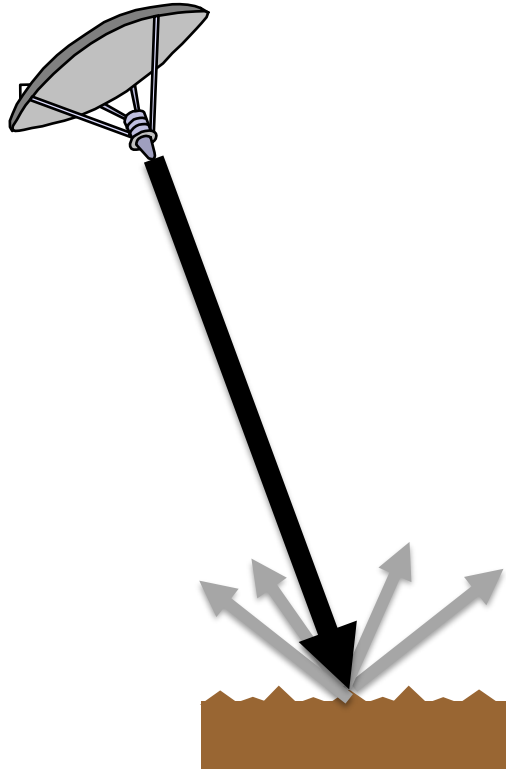


Color del Pixel



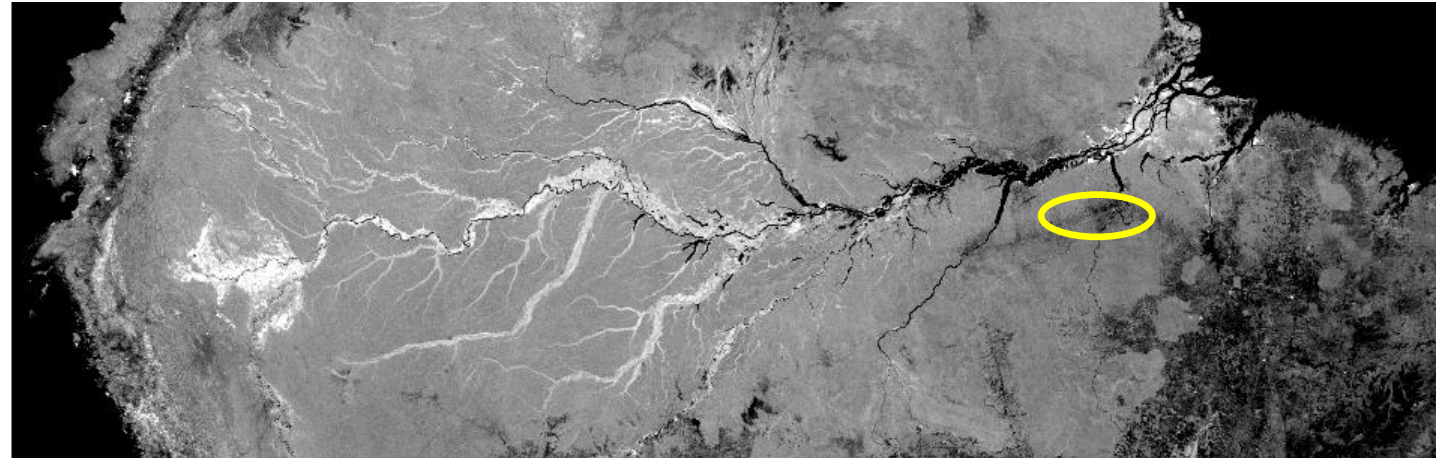
Ejemplo de la Interacción de la Señal de Radar

Dispersión por Superficie Rugosa (Rough Surface Scattering)



Superficie rugosa (áreas deforestadas, campos agrícolas)

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

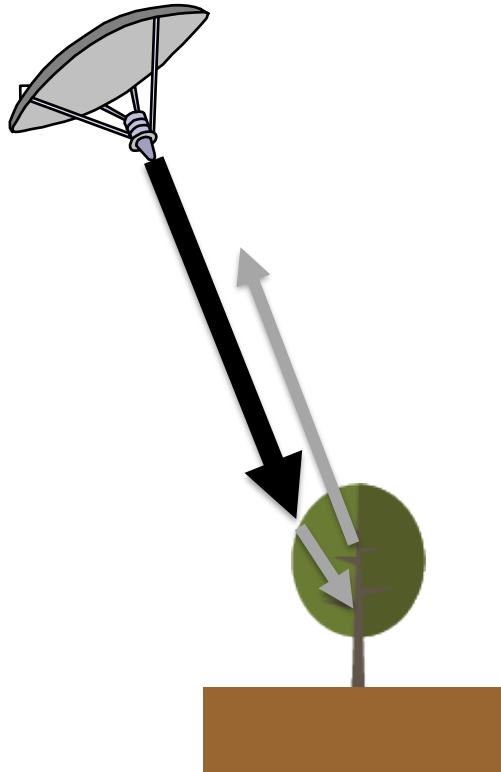


Color del Pixel



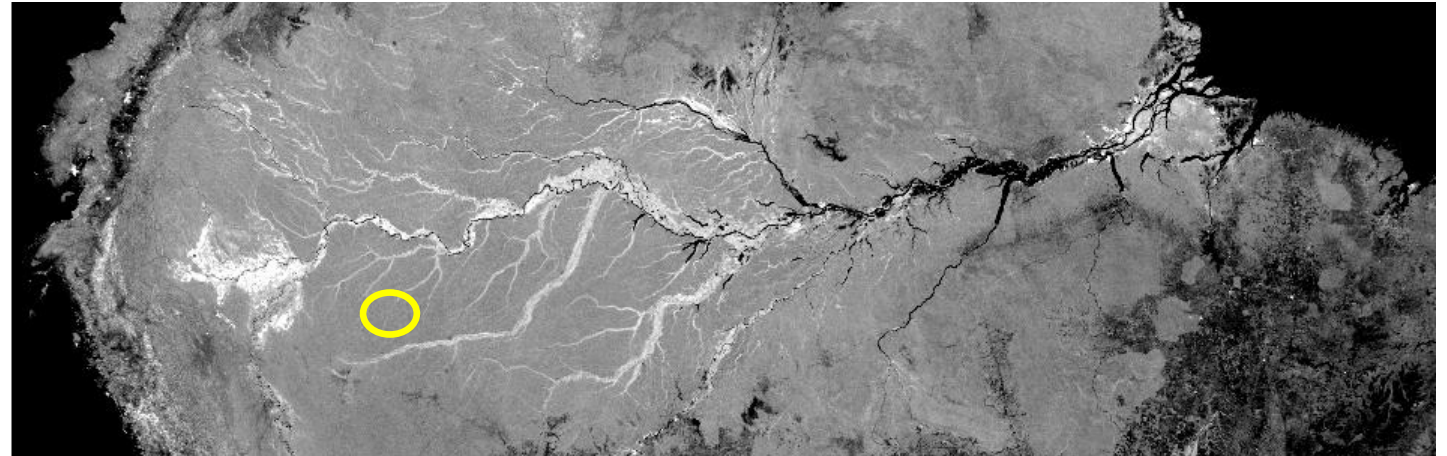
Ejemplo de la Interacción de la Señal de Radar

Dispersión de Volumen



Vegetación

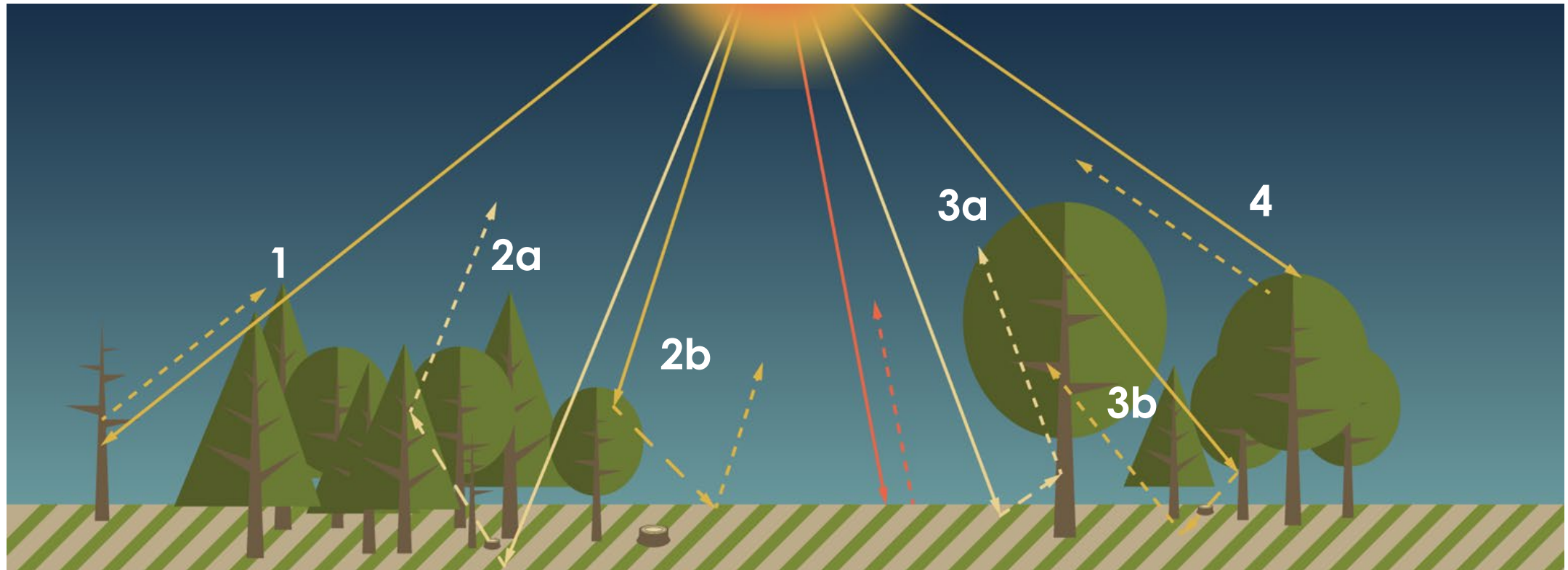
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



Color del Pixel



Retrodispersión de la Señal de Radar en un Bosque

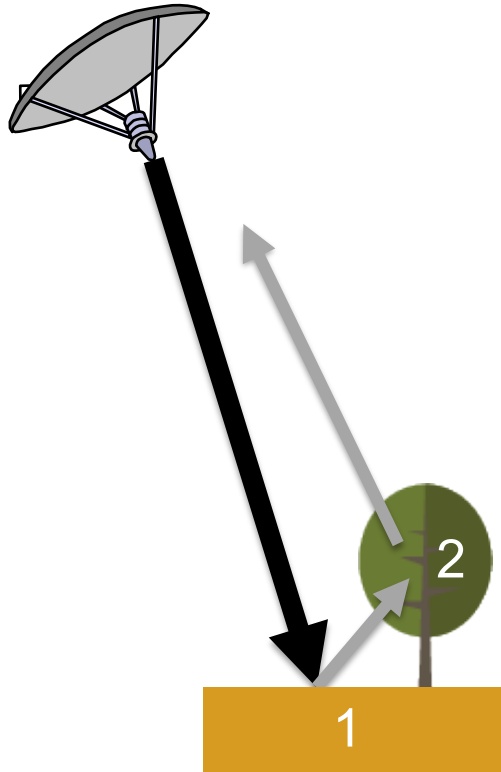


Mecanismos principales de retrodispersión en un bosque: (1) dispersión directa desde los troncos de los árboles, (2a) dispersión tierra-corona, (2b) dispersión corona-tierra, (3a) dispersión tierra-tronco, (3b) dispersión tronco-tierra, (4) dispersión del volumen de la corona.



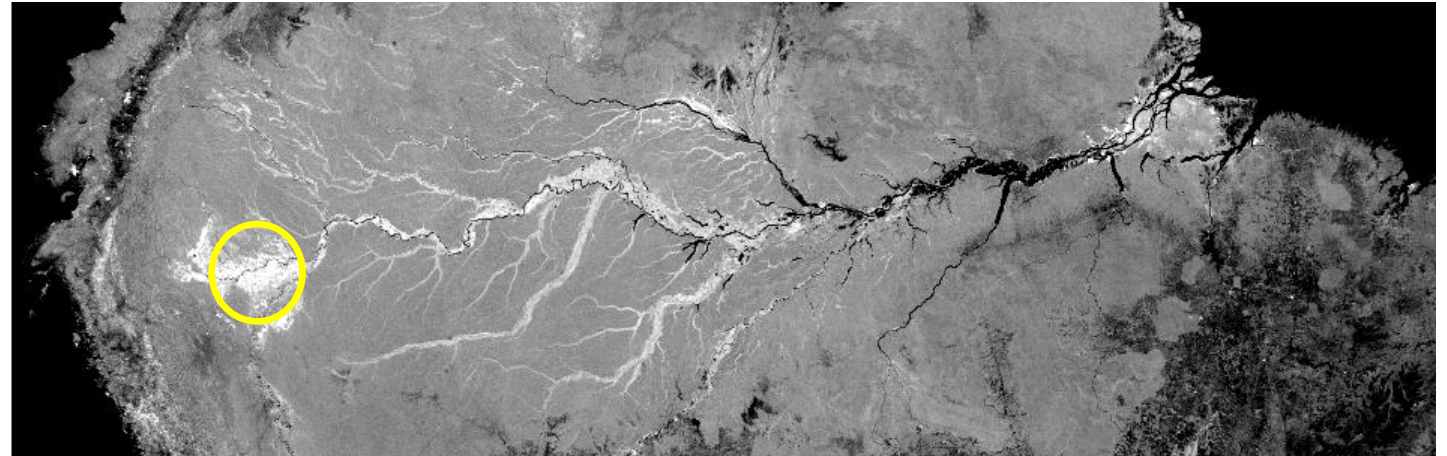
Ejemplo de la Interacción de la Señal de Radar

Dispersión Doble Rebote

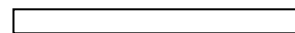


Vegetación Inundada

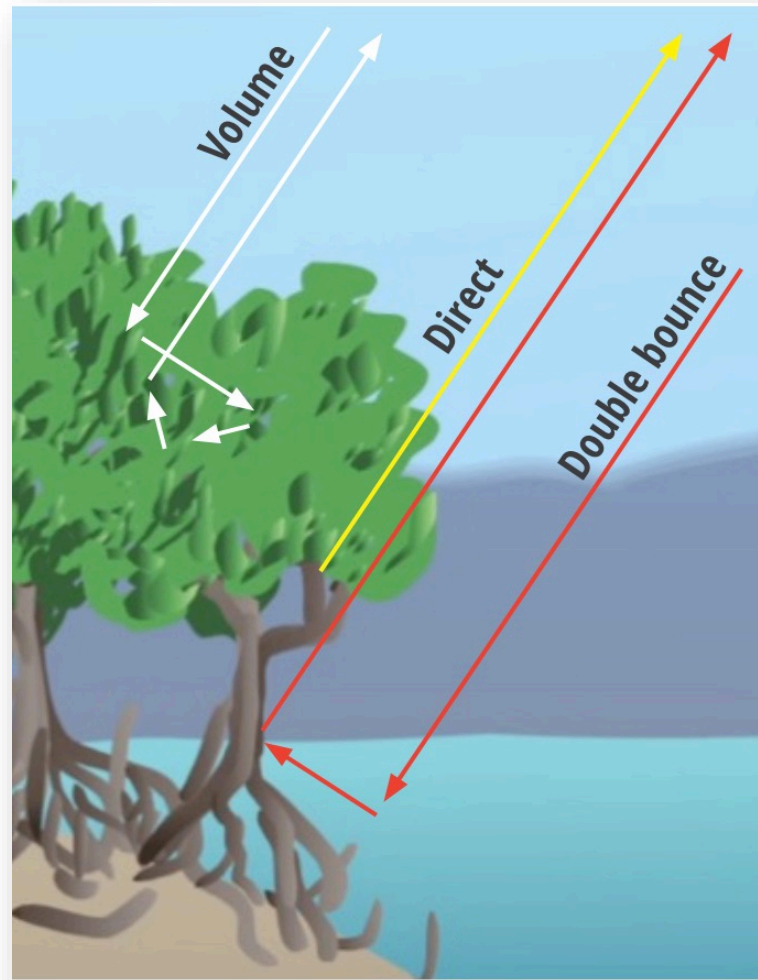
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



Color del Pixel



Interacción de la Señal de Radar con Ecosistemas de Manglar

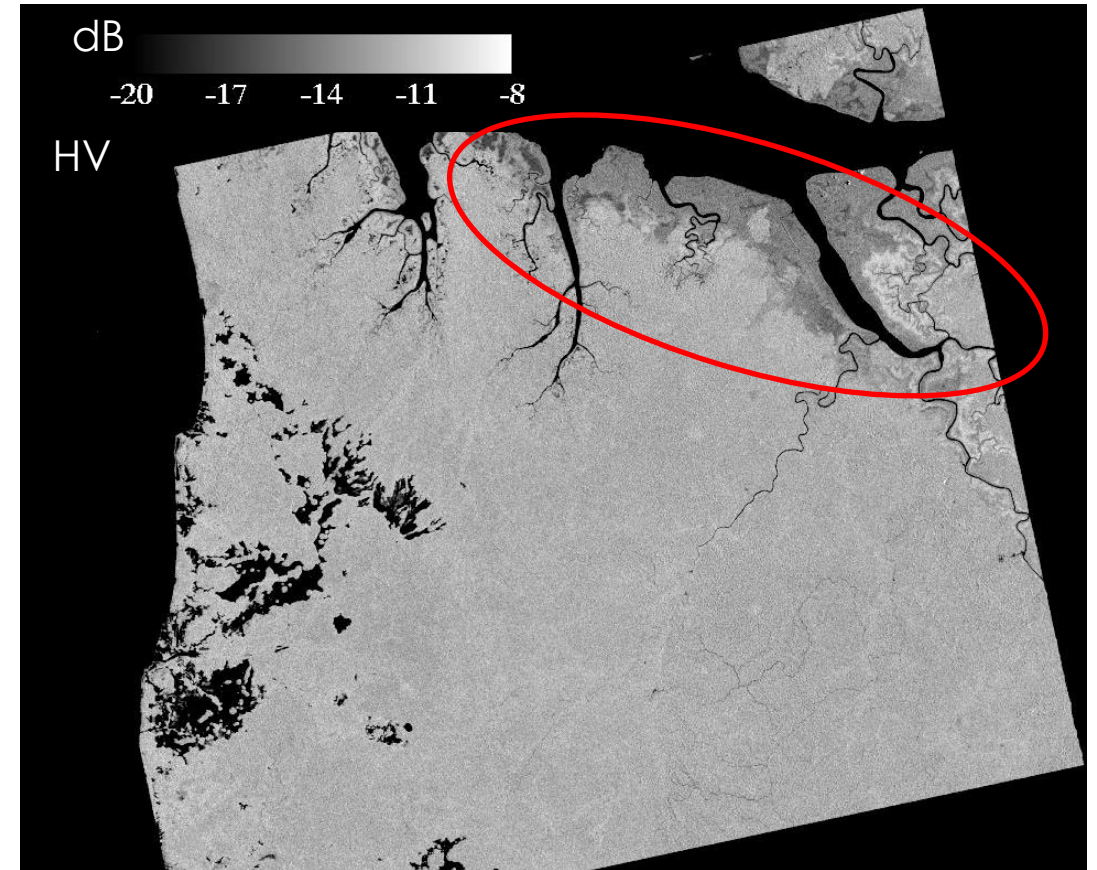
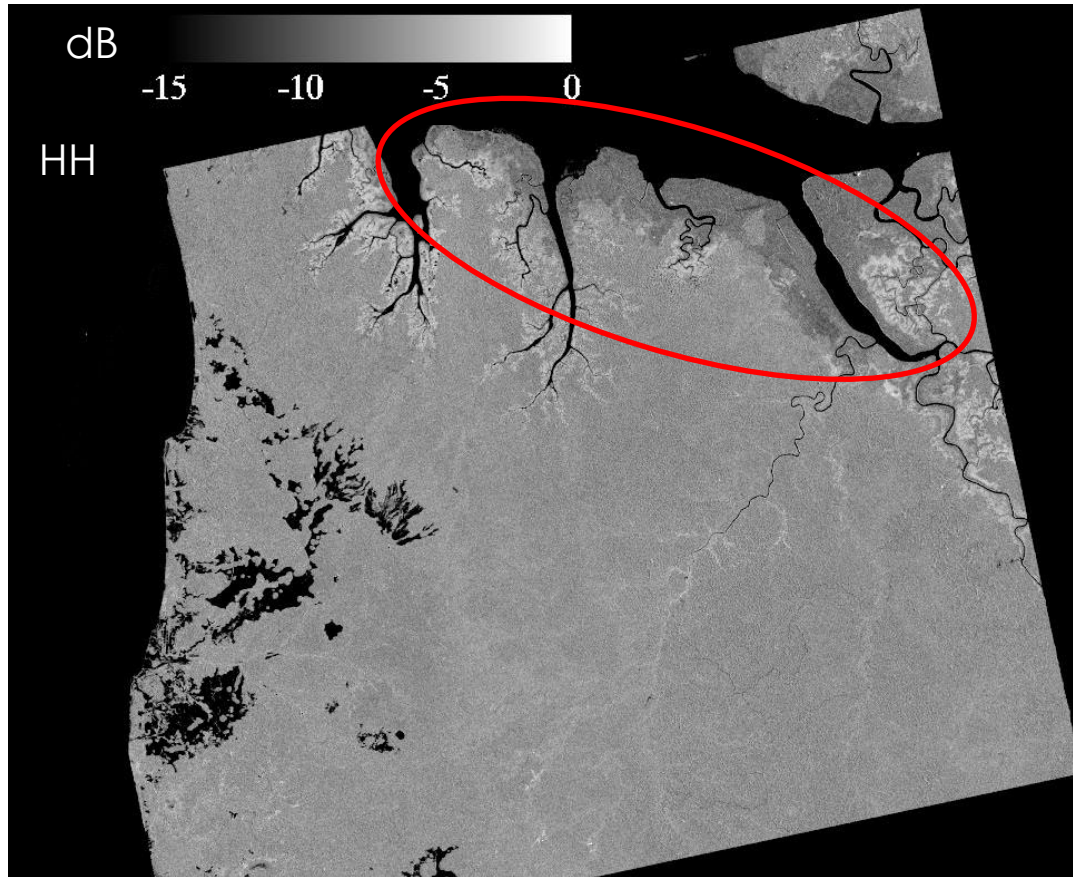


Fuente: Manual de SERVIR SAR Capítulo 6 por Marc Simard



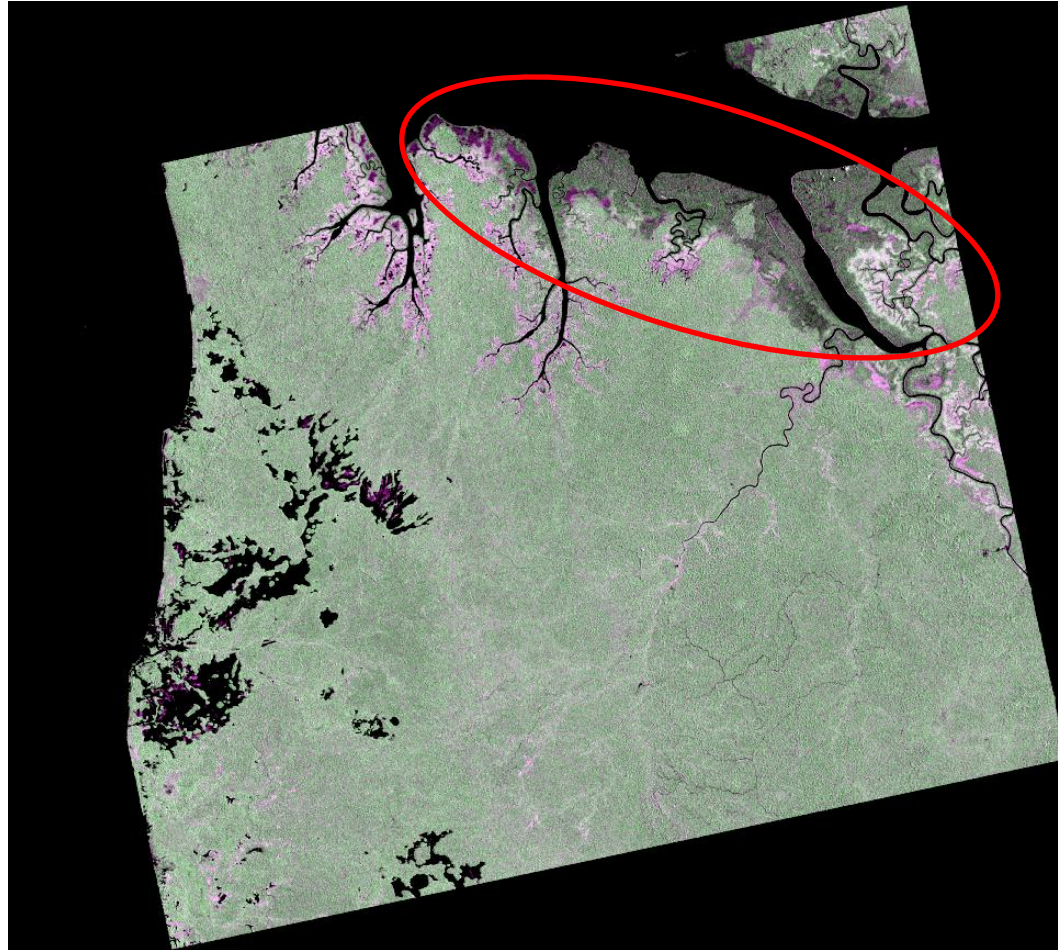
Interacción de la Polarización con Ecosistemas de Manglar

ALOS PALSAR Banda-L HH y HV sobre Gabón el 10 de agosto de 2007



Interacción de la Polarización con Ecosistemas de Manglar

ALOS PALSAR Banda-L RGB HH/HV/HH sobre Gabón el 10 de agosto de 2007

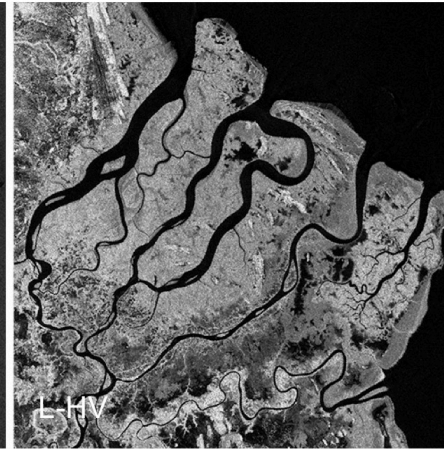


Interacción de la Señal de Radar en las Bandas C y L

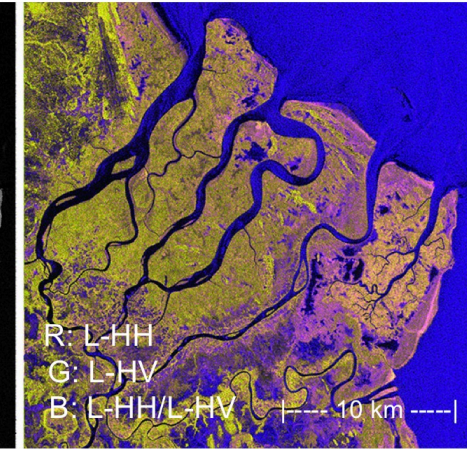
Ubicación:
Delta del Rufiji, Tanzania



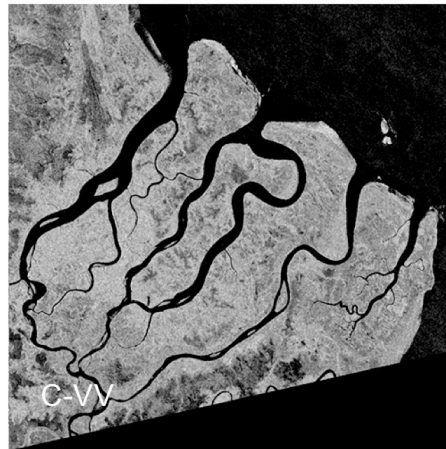
L-HH: -6.6 (+/- 2.5) dB



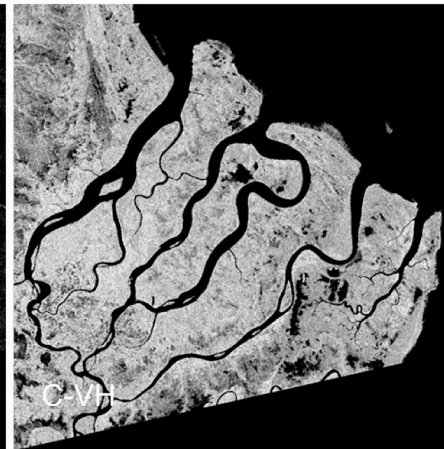
L-HV: -14.7 (+/- 3.2) dB



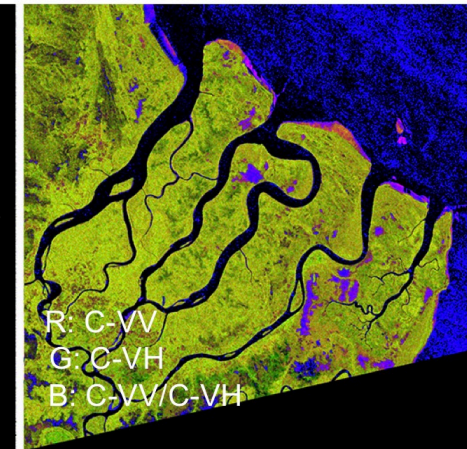
Observation date: 3-SEP-2017



C-VV: -7.2 (+/- 1.3) dB



C-VH: -12.9 (+/- 1.3) dB



Observation date: 30-AUG-2017

Fuente: A Layman's Interpretation Guide to L-band and C-band Synthetic Aperture Radar data de CEOS y GFOI



Interacción de la Señal de Radar con Manglares en Diferentes Bandas

BAND	MANGROVE FOREST PENETRATION DEPTH	TYPE OF SCATTERING CAUSED BY MANGROVE FORESTS
K	Unknown; most likely a few tens of centimeters.	Single direct bounce and volume from top of canopy.
X	Interferometric measurement indicate penetration reaches, in the mean sense, Lorey's height (~1/3 of top forest height).	Single direct bounce and volume from top of canopy, with a small surface and double bounce component. The latter increase dramatically in open forests and at low biomass.
C	Comparison of SRTM C- and X-band show it is similar to C-band. Down to the equivalent of Lorey's height (~1/3 of top forest height)	Single direct bounce and volume from upper canopy, with a small surface and double bounce component. The latter increase dramatically in open forests and at low biomass.
L	Microwave penetration into canopy is as large as half the canopy height.	Single direct bounce dominates in tall forests, with volume dominating with shorter shrub mangroves. The contribution of double bounce increases significantly at low biomass and in open forests. In large red mangrove forest, with large aerial roots, microwaves will get absorbed and volume dominates again, although diminished.
P	Similar to L-band, where microwave penetration into canopy is as large as half the canopy height.	Single direct bounce dominates in tall forests, but the contribution of double bounces increases significantly at low biomass. In large red mangrove forest, with large aerial roots, microwaves will get absorbed and volume dominates again at biomass slightly larger than at L-band.



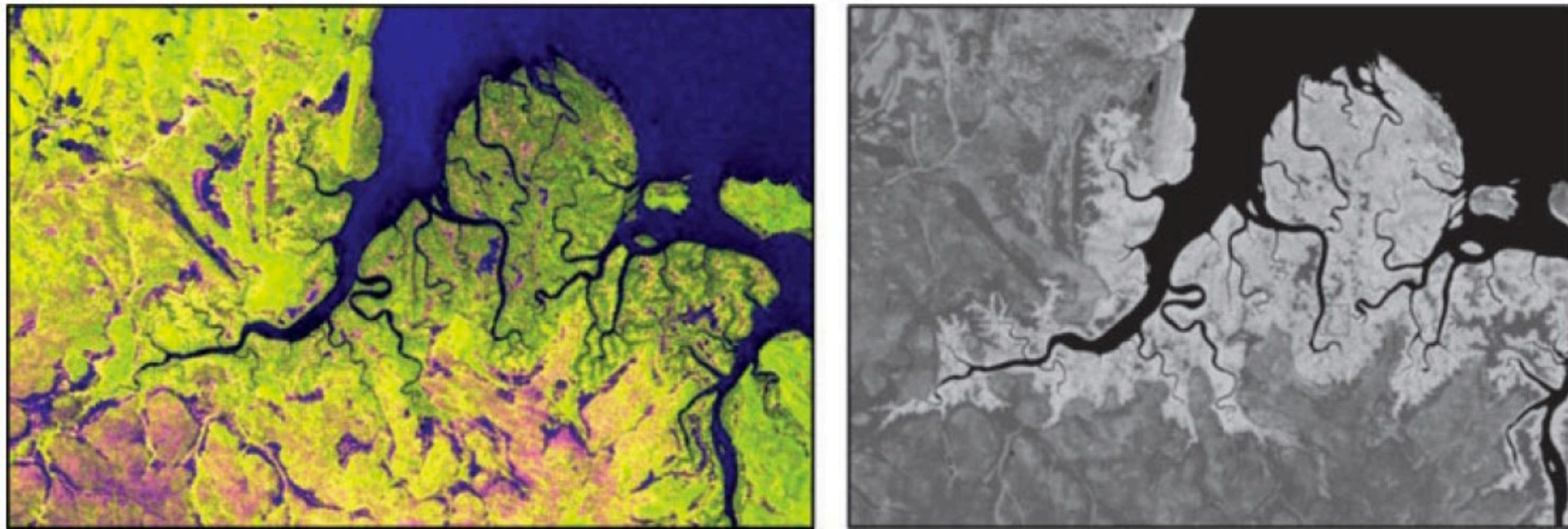
Rango de Retrodispersión para Manglares

RADAR BAND	SHRUB MANGROVES	TALL MANGROVES
P-HH	Around -17dB	Around -8dB (may increase with AGB)
P-HV and P-VH	Around -22dB	Around -14dB (may increase with AGB)
P-VV	Around -10dB	Around -7dB (may increase with AGB)
L-HH	-25dB to -15dB	Reduces from -5dB to -18dB with AGB
L-HV and L-VH	-25 to -20dB	Reduces from -15 dB to -22dB with AGB
L-VV	-20dB to -12 dB	Reduces from -8 to -16dB with AGB
C-HH	About -12dB	Varies about -7dB (no relationship to AGB)
C-HV	-20 to -15dB	varies about -14dB (no relationship to AGB)
C-VV	About -12dB	Varies about -6dB (no relationship to AGB)



Desafíos

- Es difícil mapear la extensión de los manglares solo con radar, especialmente cuando los manglares colindan con bosques y matorrales.

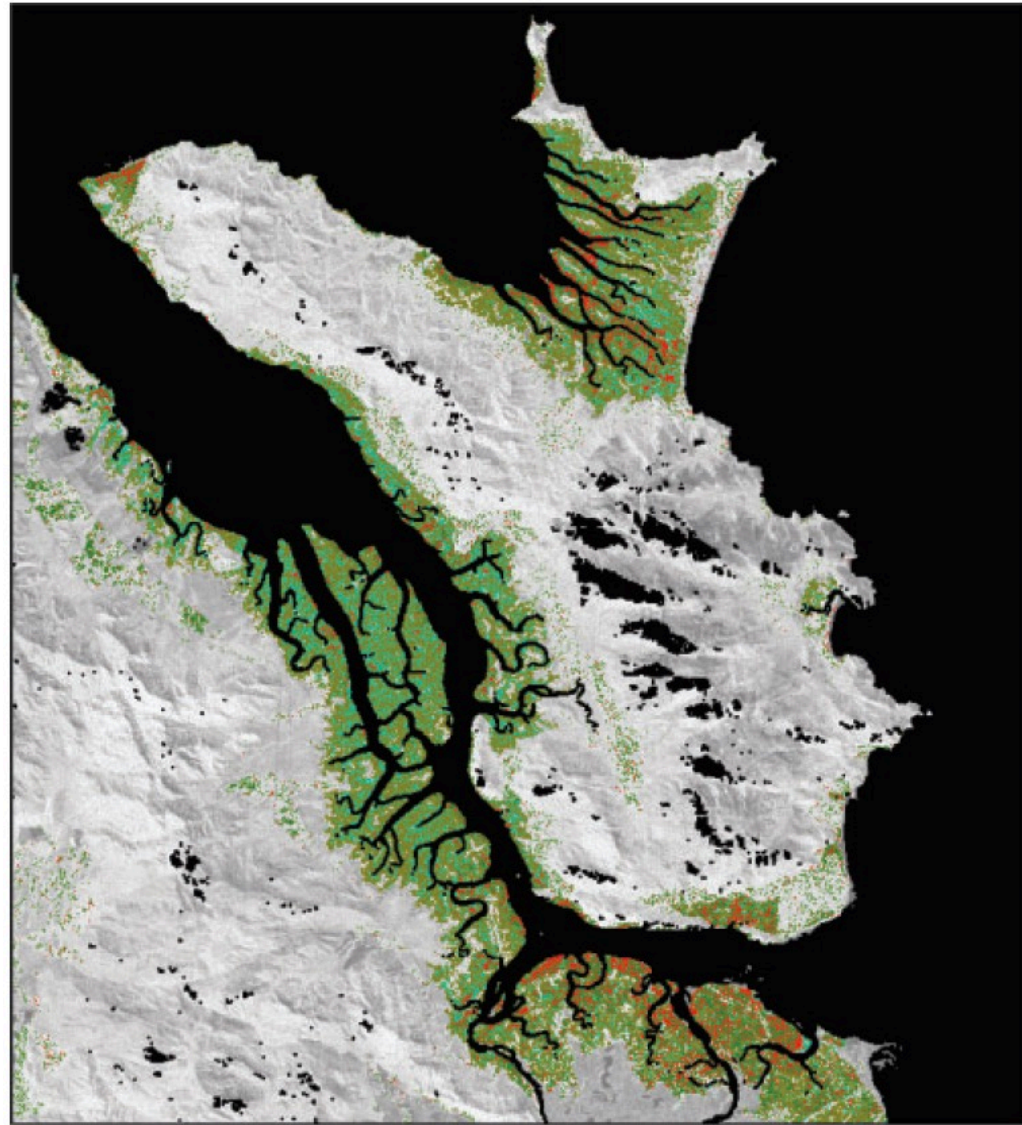


Fuente: Lucas et al., 2014. Contribution of L-band SAR to Systematic Global Mangrove Monitoring



Clasificación de Manglares

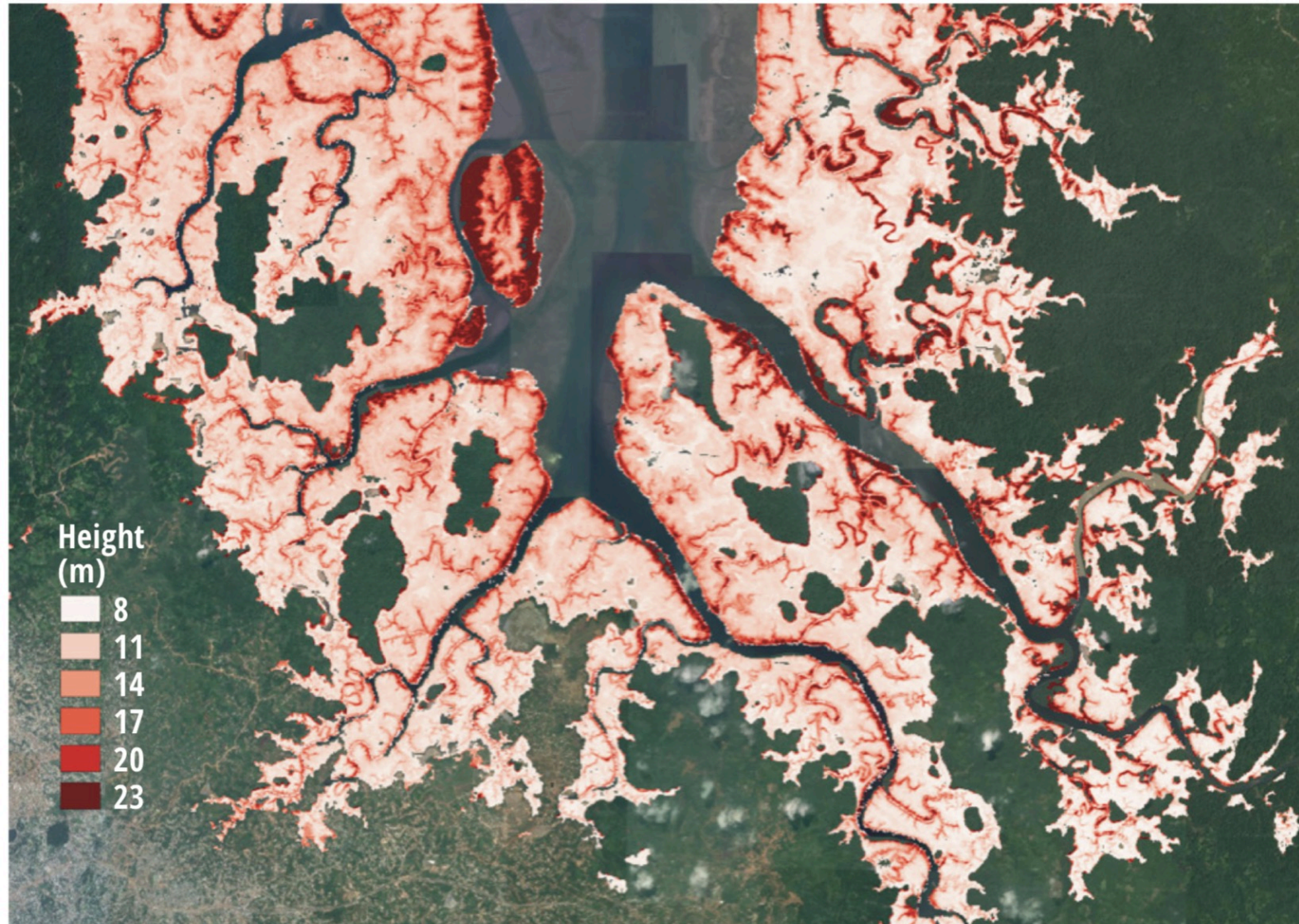
- Una solución conlleva limitar el mapeo de manglares a esas zonas donde hay una mayor probabilidad de que ocurran.
- Otro método utiliza el radar en combinación con datos de diferentes sensores.



Fuente: Lucas et al., 2014. Contribution of L-band SAR to Systematic Global Mangrove Monitoring



Altura del Dosel de los Manglares

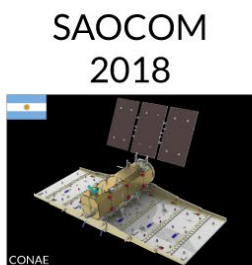


Datos de Radar

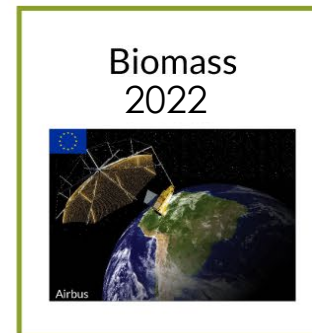
Históricos :



Actuales :



Futuros:
:

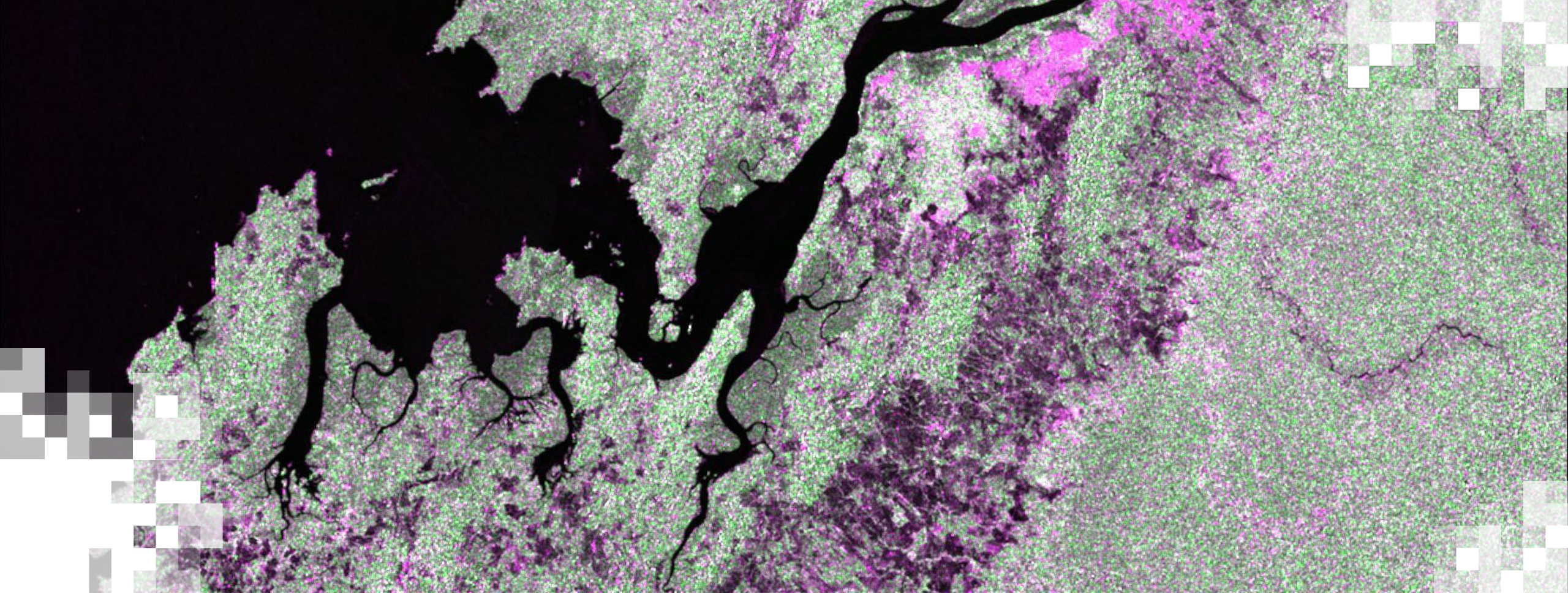


de acceso
libre

Crédito: Franz Meyer, University of Alaska, Fairbanks

NASA's Applied Remote Sensing Training Program





Ejercicio Práctico

Resumen del Ejercicio

- Procesar y analizar imágenes de radar
- Monitorear cambios en el uso del suelo
- Estimar biomasa aérea para bosques de manglar



Software y Datos

- Software:
 - SNAP - <http://step.esa.int/main/download/>
 - GEE
- Datos listos para el análisis a ser utilizados:
 - ALOS PALSAR -1 (imágenes y mosaicos)
 - ALOS PALSAR -2 (solo hay mosaicos disponibles gratuitamente)
 - JERS-1 (mosaicos)
 - Sentinel-1 A/B (imágenes)

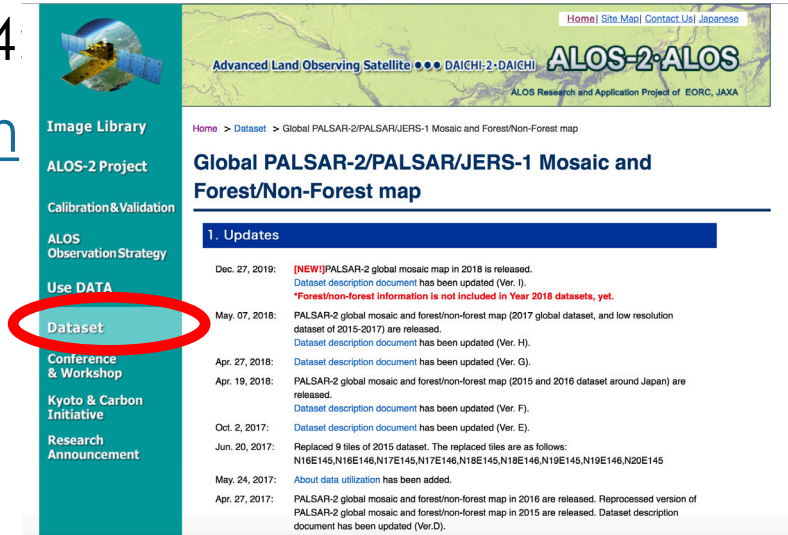


Descargar Mosaicos SAR Banda-L de JAXA

1. Vaya a la página web de JAXA y regístrese en el paso 4:
http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/fnf_index.htm

2. Seleccione "Dataset" en la columna izquierda:

- Seleccione "Global PALSAR-2/PALSAR/JERS-1 Mosaic and Forest/Non-Forest map."
- Desplácese hacia abajo al paso no. 4 "Download" y seleccione el enlace para descargar. Ingrese a su cuenta utilizando su correo y la contraseña que creó durante el proceso de registrarse.



4. Download

Please register your information from following URL to download the dataset. It is required your email address.

https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/registration.htm

This is temporally registration (especially please check your email address again) and will send email you to accept your registration request. After the confirmation of your request, the download information will send by email.

The dataset download link is

https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/data/index.htm

* If you forget your password, please register again.

* Recommend to use Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Apple Safari.

However, it may not be available depending on the version.

* Depending on your network environment, the downloaded compressed file may be automatically uncompressed.

* Depending on the time, it may take time to display the page or download the dataset.



Descargar Mosaicos SAR Banda-L de JAXA

3. Seleccione 1996 bajo “JERS-1 SAR mosaic”

Global PALSAR-2/PALSAR/JERS-1 Mosaic and Forest / Non-forest Map

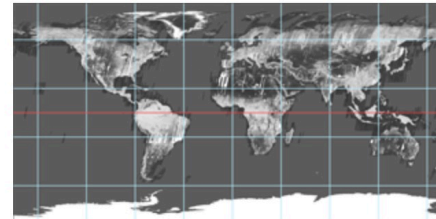
• These map uses Javascript. Please enable JavaScript on your browser.

25m resolution product

Global

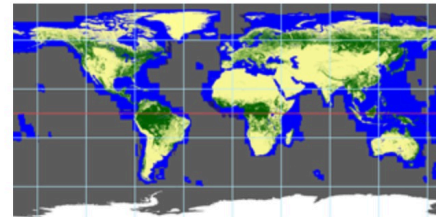
- JERS-1 SAR Mosaic:

< 1996



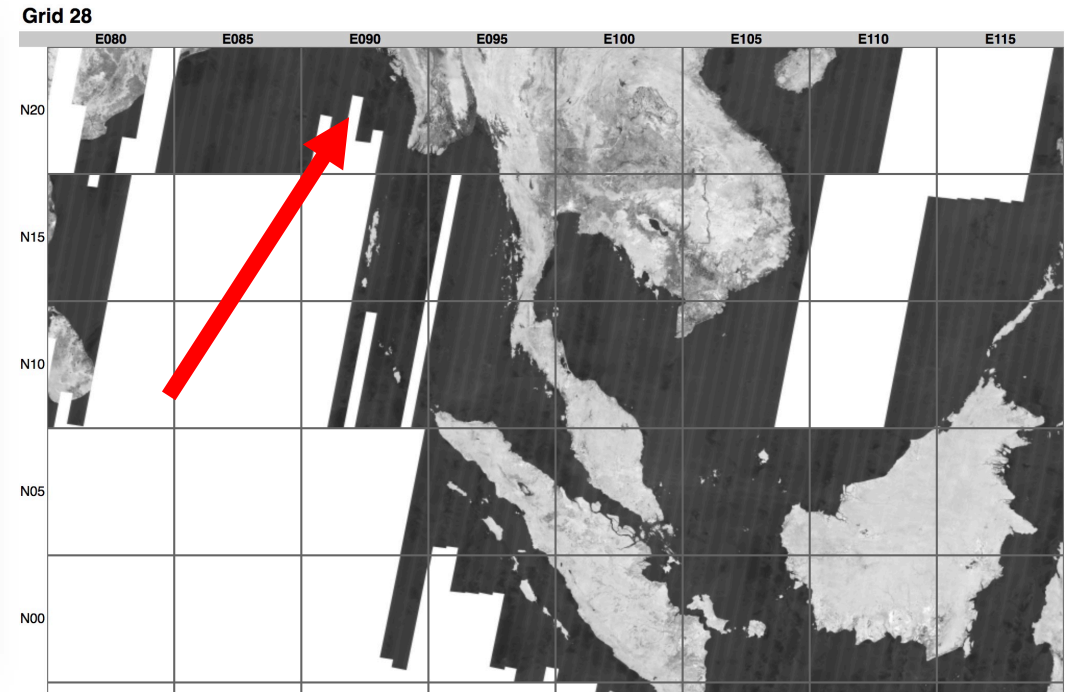
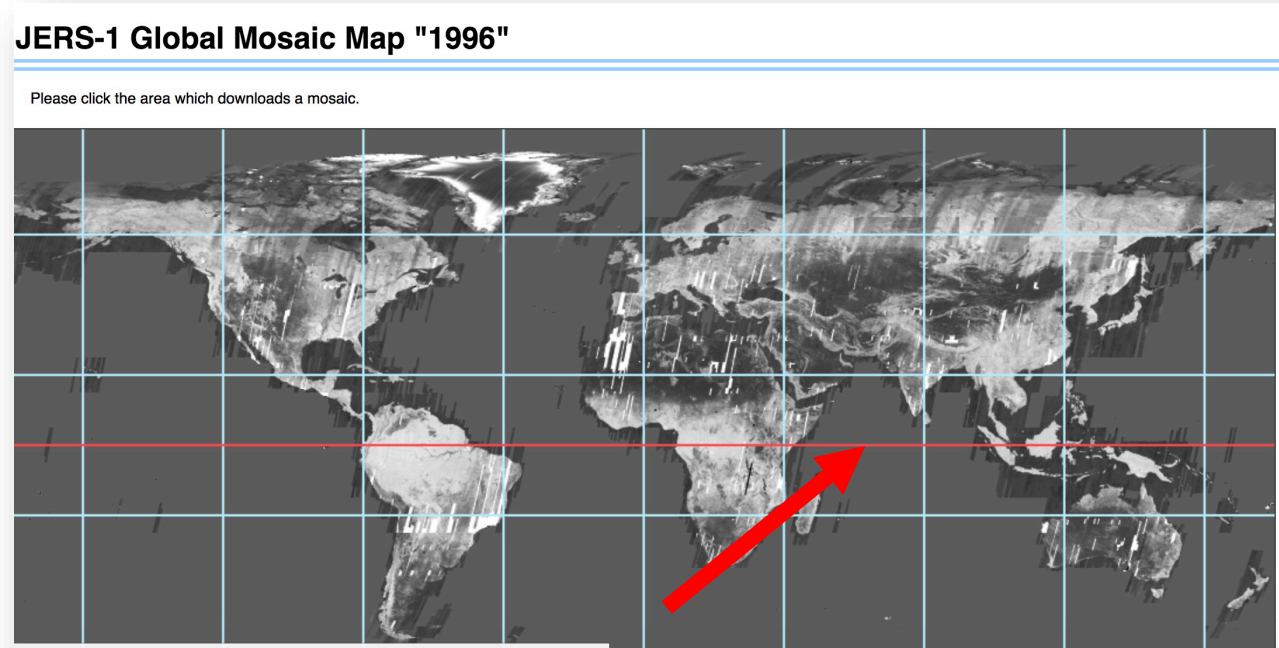
- PALSAR/PALSAR-2 mosaic and forest/non-forest (FNF) map:

>> 2007 >> 2008 >> 2009 >> 2010 >> 2015
>> 2016 >> 2017 >> 2018



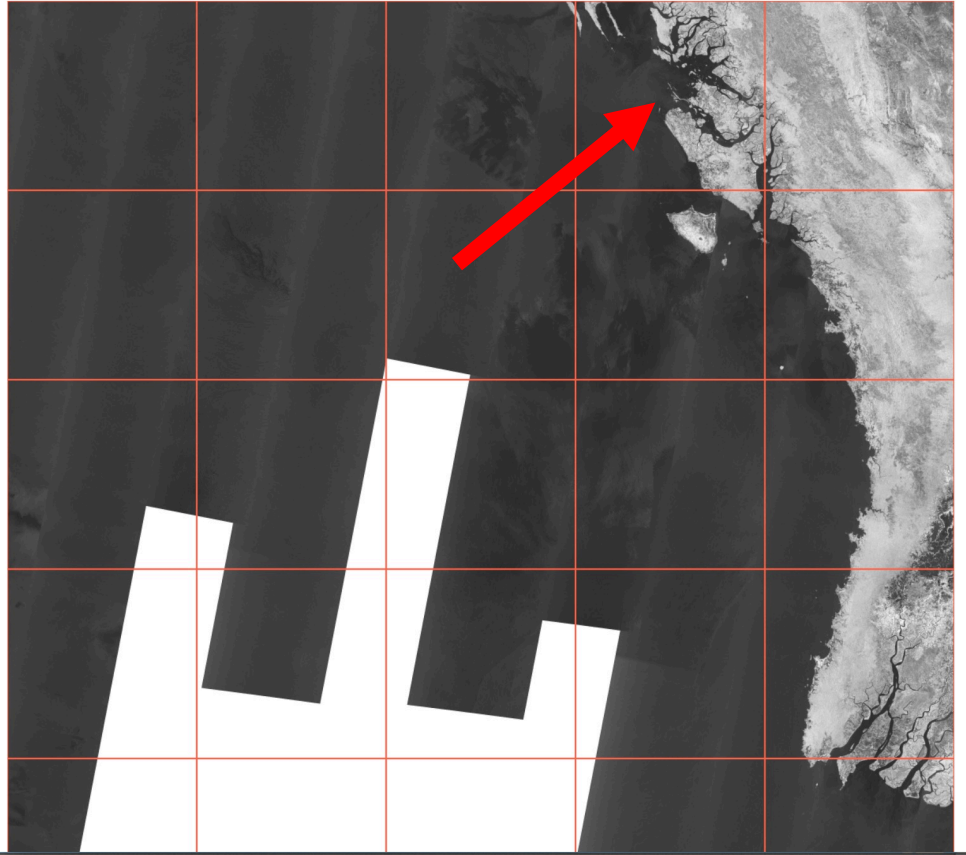
Descargar Mosaicos SAR Banda-L de JAXA

4. Seleccione 2017 bajo “PALSAR/PALSAR-2 mosaic and forest/non-forest (FNF) map”
5. Nuestra área es la costa de Myanmar. Haga clic en los “azulejos” señalados aquí



Descargar Mosaicos SAR Banda-L de JAXA

6. Haga clic en el azulejo indicado a la izquierda y se abrirá una nueva ventana. Seleccione **Download**.



N20E093_1996

Year	Type	Image	Download
1996	HH		



Descargar Mosaicos SAR Banda-L de JAXA

7. Repita el mismo paso para descargar los azulejos 2 a 5. Debe haber descargado los siguientes cinco archivos:

N20E093_1996

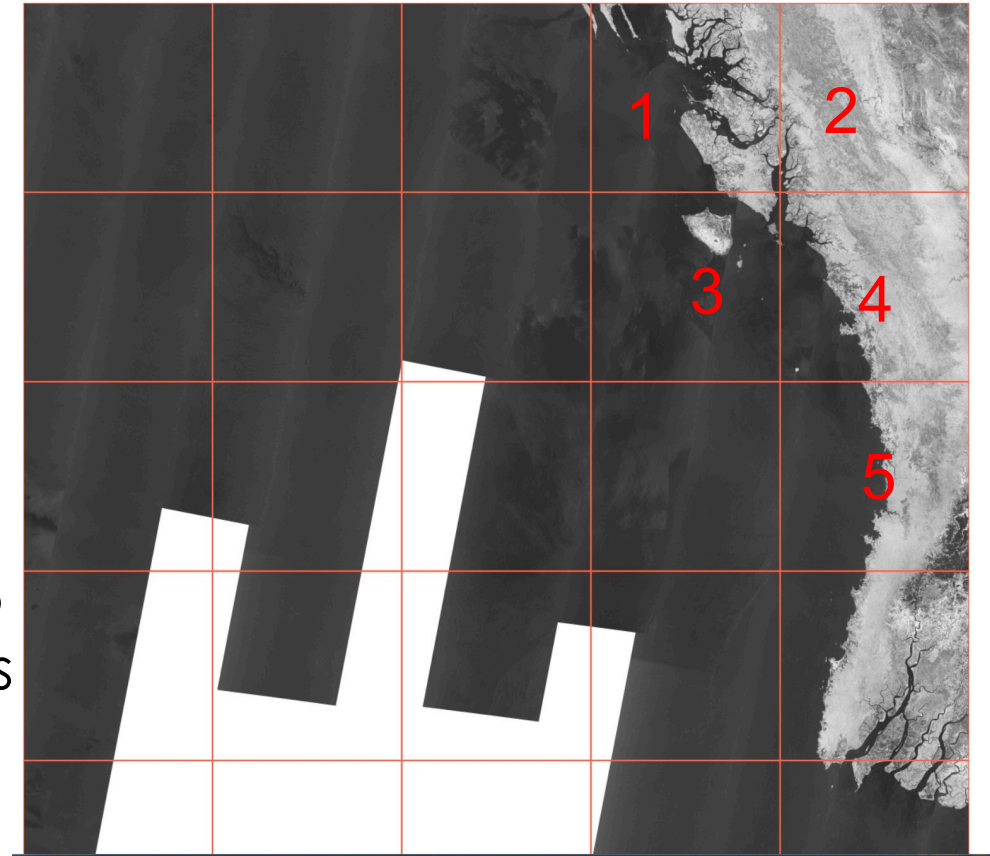
N20E094_1996

N19E093_1996

N19E094_1996

N18E094_1996

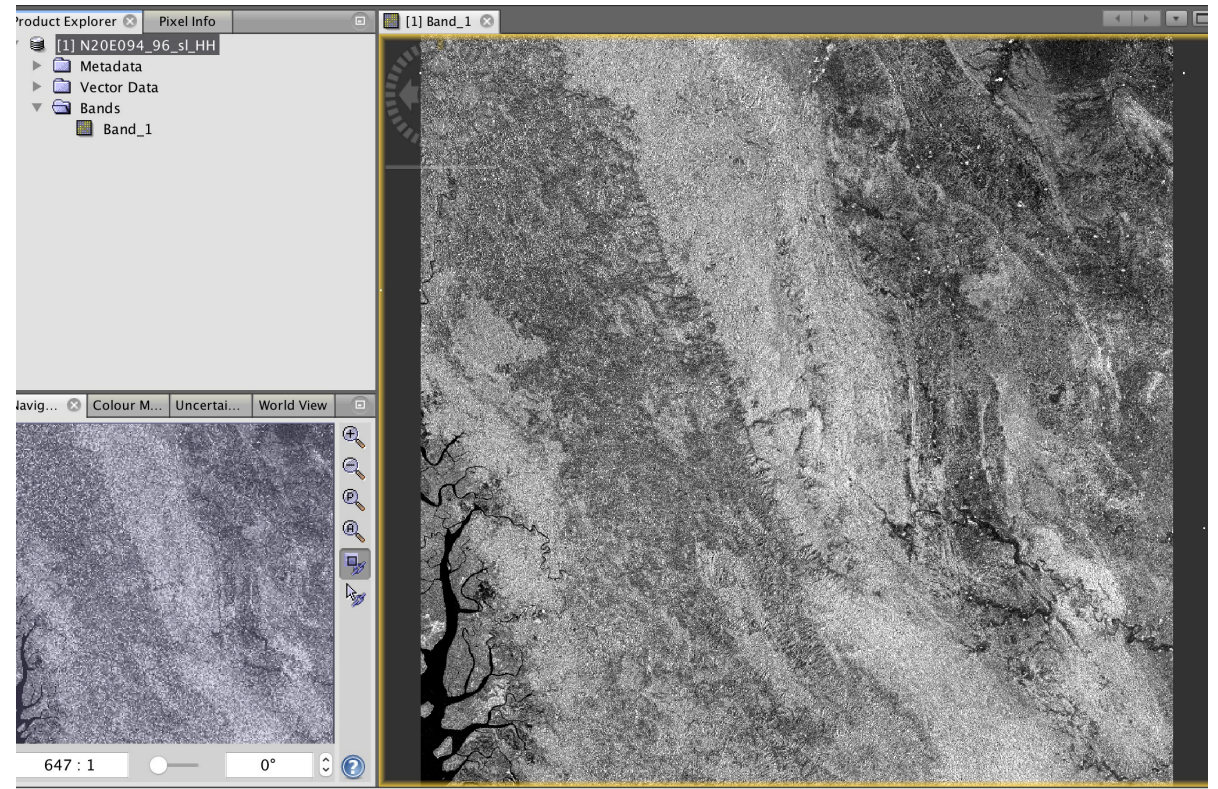
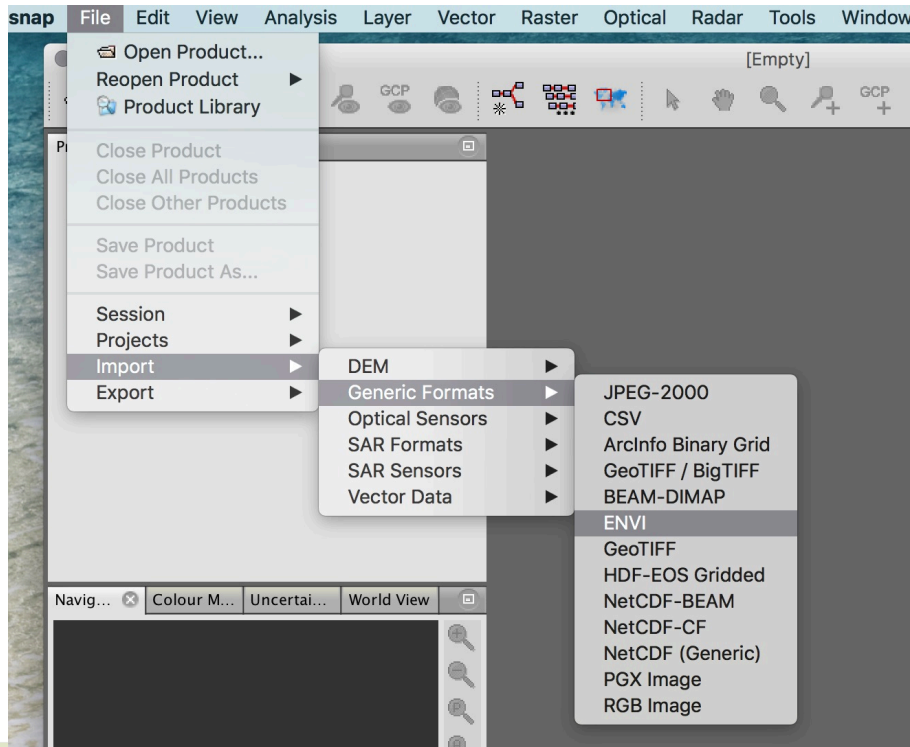
8. Descomprima los archivos. Están en formato ENVI. Ábralos en ENVI, QGIS o la caja de herramientas Sentinel Toolbox usando Import.



Convertir los Archivos JERS-1 a GeoTIFF

9. Abra la caja de herramientas SNAP Toolbox y vaya a File>Import>Generic Formats>ENVI y seleccione el N20E094_96_sl_HH

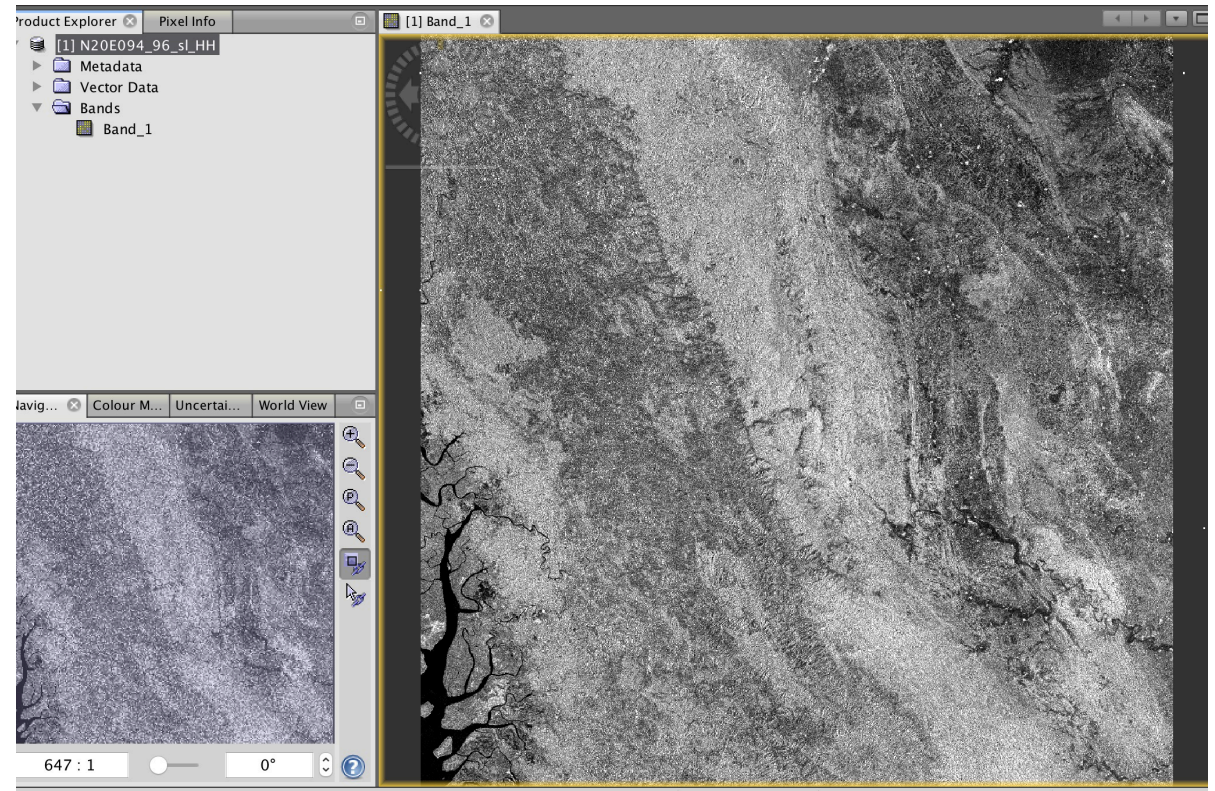
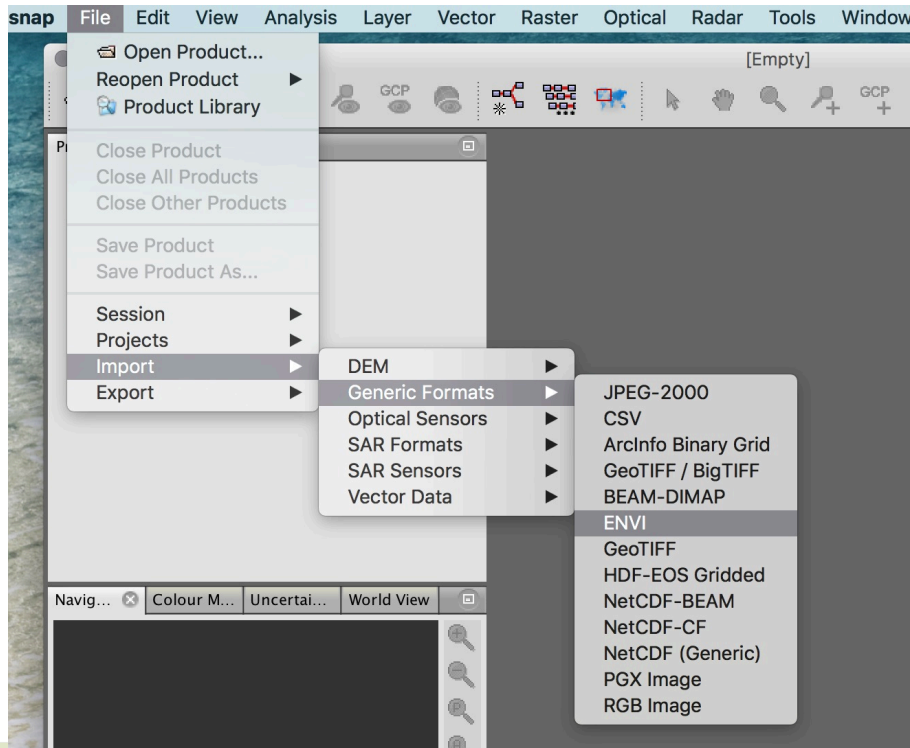
10. Abra el directorio de bandas "Bands" y haga doble clic en Band 1 para abrirla.



Convertir los Archivos JERS-1 a GeoTIFF

11. Haga clic en Band_1 y vaya a File>Export>GeoTIFF

12. Repita este mismo paso para los otros cuatro archivos.

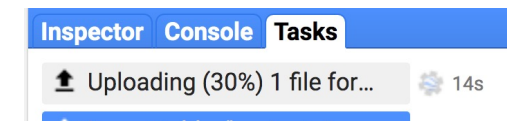
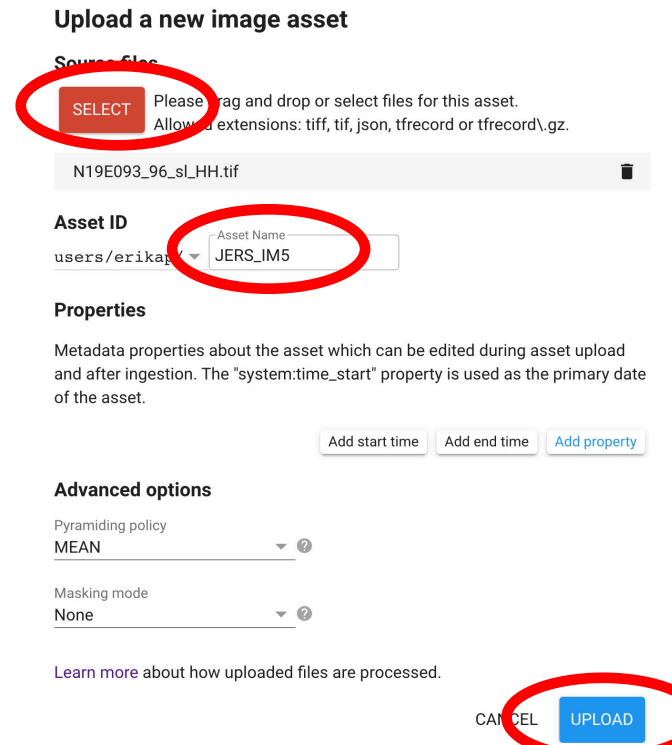
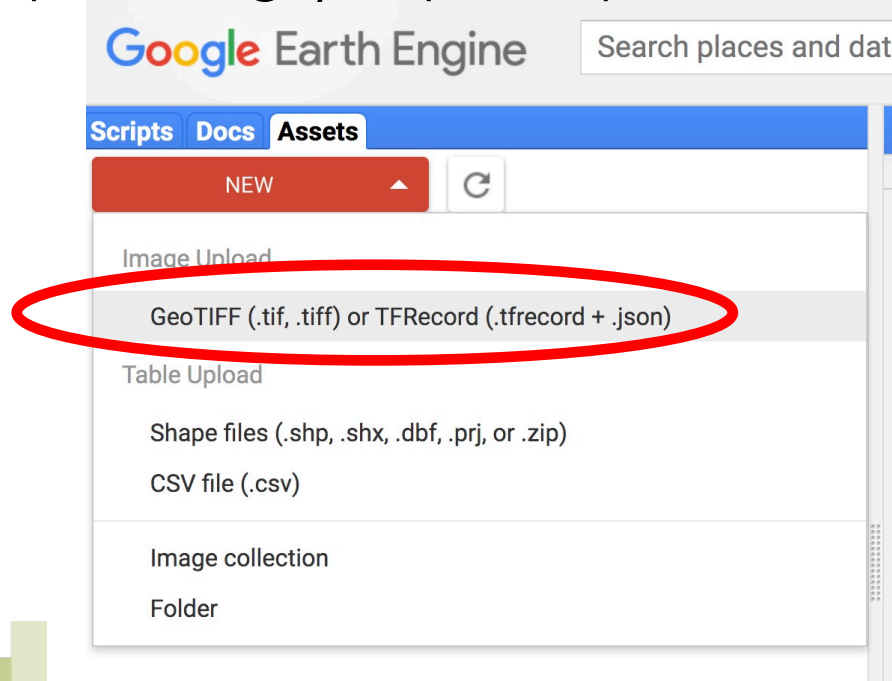


Importar los Archivos JERS-1 a GEE

13. En la ventana superior izquierda seleccione la pestaña "Assets", el botón rojo NEW y seleccione GeoTIFF.

14. Se abrirá una nueva ventana. Seleccione o arrastre su archivo a "Source files".

15. Bajo "Asset ID" póngale nombre a su archivo y haga clic en "upload". La pestaña "Tasks" en la ventana derecha indicará el proceso de carga ("uploading"). Espere que acabe.



Importar los Archivos JERS-1 a GEE

16. En la pestaña "Tasks" en la ventana de la extrema derecha, haga clic en el ? al lado del archivo que cargó.
17. Abrirá una nueva ventana. Seleccione "View Asset".
18. Abrirá una nueva ventana. Seleccione "Import" en la parte inferior derecha.
19. Repita este proceso para las otras 4 imágenes. Asígnele un nombre diferente a cada una.



Task details: Ingest image: "projects/earthengine-legacy/assets/users/erikap/JERS_IM5" x

State: **Completed**

Started: **6m ago** (2020-05-17 19:55:46 -0700)

Runtime: **1m**

Id: **PNWVBRVGCJJ5H36W4SVQJBA**

[View asset](#)

OK

Image: JERS_IM5

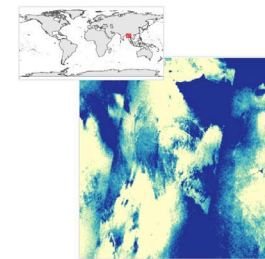


Image ID

users/erikap/JERS_IM5

Date

Start date: NA

End date: NA

File Size 36.06MB

Number of Bands 1

DESCRIPTION BANDS PROPERTIES

Edit

No description.

IMPORT

DELETE

SHARE

CLOSE



Importar los Archivos JERS-1 a GEE

20. En el editor de código en la parte superior vaya a Imports y cambie el nombre de los archivos a JERS_1996_im1 y así sucesivamente.

```
var POLYGON: Polygon, 4 vertices
▶ var JERS_1996_im5: Image users/erikap/JERS_IM5 (1 band)
▶ var JERS_1996_im2: Image users/erikap/JERS_IM2 (1 band)
▶ var JERS_1996_im3: Image users/erikap/JERS_IM3 (1 band)
▶ var JERS_1996_im1: Image users/erikap/JERS_IM1 (1 band)
▶ var image: Image users/erikap/JERS_IM4 (1 band)
```



Importar un Archivo Vectorial de la Distribución Mundial de los Manglares

21. Vaya a <https://data.unep-wcmc.org/datasets/45> y descargue el archivo Global Mangrove Watch (GMW) para **2010**. Descomprímalo.

UN WCMC OCEAN DATA VIEWER About the site

United States Mexico Cuba Guatemala Nicaragua Costa Rica Panama Colombia Ecuador Peru Bolivia (Plurinational state of) Paraguay Uruguay Brazil South Africa

Atlantic Ocean Caribbean Sea Gulf of Mexico Sargasso Sea Indian Ocean Arabian Sea Bay of Bengal

Algeria Libya Egypt Saudi Arabia Turkey Iran Afghanistan Pakistan Myanmar (Burma) Vietnam Cambodia Philippines Malaysia Indonesia

Global Mangrove Watch (1996 - 2016)

DESCRIPTION

Please use the main download button to download all years.
To download individual years please use the following links:

- [GMW 1996](#)
- [GMW 2007](#)
- [GMW 2008](#)
- [GMW 2009](#)
- [GMW 2010](#)
- [GMW 2015](#)

Legend: Maintained (Blue), Lost (Red), Gained (Green)

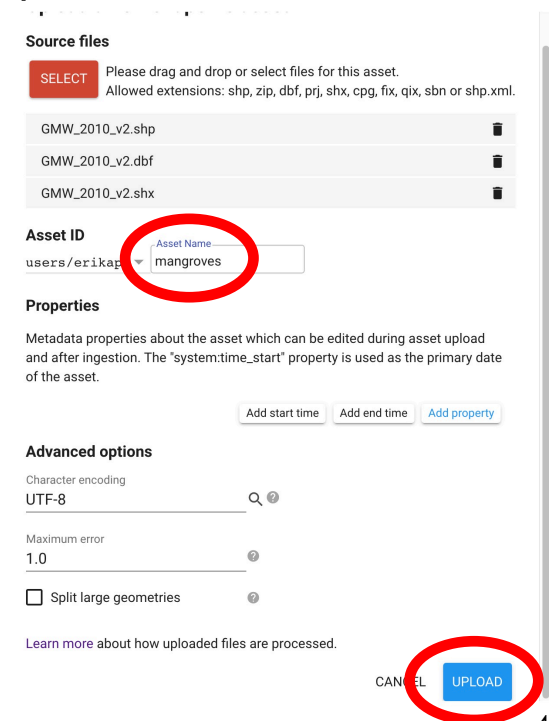
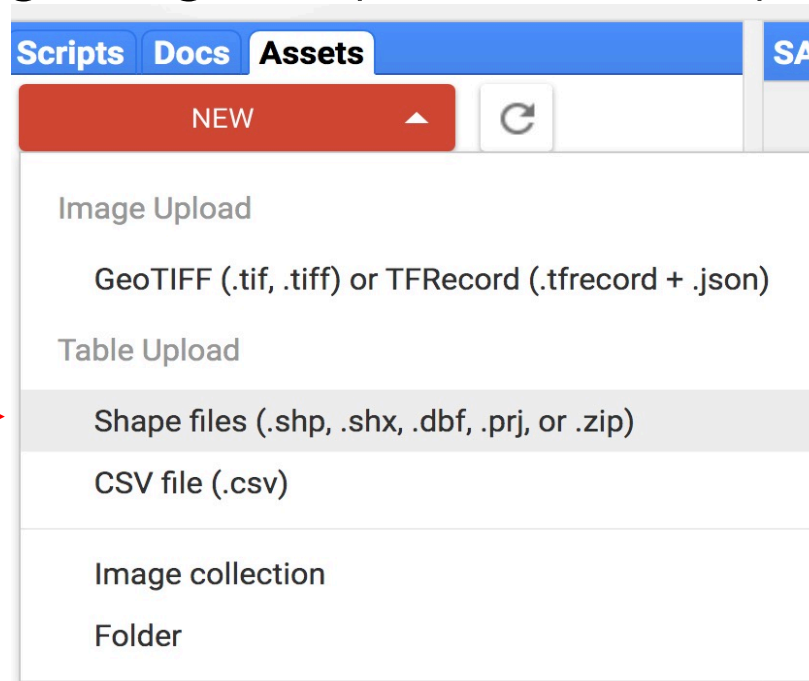
ACCESS

- Download
- Metadata
- Factsheet
- ArcGIS



Importar un Archivo Vectorial de la Distribución Mundial de los Manglares

22. Vaya a la pestaña “Assets” en la ventana superior izquierda y haga clic en “NEW” y después en “Shape files”.
23. Seleccione o arrastre su archivo al área de “Source files” de la nueva ventana. A su archivo vectorial llámelo mangroves y seleccione Upload.
24. Cuando acabe de cargar, siga los pasos 16 a 18 para importar el archivo
25. Aparecerá bajo Imports en el editor de código. Cámbiele el nombre a “mangroves”.



Cargar los Mosaicos Globales Anuales de PALSAR y Elevación de SRTM

26. Cargue los Mosaicos Anuales “PALSAR Global Yearly Mosaics” para 2007, 2010 y 2017.

```
// Load the PALSAR Global Yearly Mosaics - L-Band, 25 meter resolution  
var PALSAR_2007 = ee.Image('JAXA/ALOS/PALSAR/YEARLY/SAR/2007');  
var PALSAR_2010 = ee.Image('JAXA/ALOS/PALSAR/YEARLY/SAR/2010');  
var PALSAR_2017 = ee.Image('JAXA/ALOS/PALSAR/YEARLY/SAR/2017');
```

27. Cargue el archivo de elevación SRTM de 30 metros

```
//Load the SRTM 30 meter DEM  
var srtm = ee.Image('USGS/SRTMGL1_003');
```



Crear un Mosaico JERS

28. Cree un mosaico de las 5 imágenes JERS-1 cargadas:

```
// Mosaic the JERS-1 images  
var JERS_1996 = ee.ImageCollection([  
  JERS_1996_im5, JERS_1996_im2, JERS_1996_im3, JERS_1996_im1, JERS_1996_im5  
]).mosaic();
```



Aplicar un Filtro Para Speckle/Moteado

29. Aplique un filtro para speckle a las imágenes PALSAR y JERS-1

```
//Apply a filter to reduce speckle  
var SMOOTHING_RADIUS = 30;  
var PALSAR_2007_filtered = PALSAR_2007.select('HH',  
'HV').focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');  
var PALSAR_2010_filtered = PALSAR_2010.select('HH',  
'HV').focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');  
var PALSAR_2017_filtered = PALSAR_2017.select('HH',  
'HV').focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');  
var JERS_1996_filtered = JERS_1996.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
```



Convertir las Imágenes PALSAR y JERS-1 a dB

30. Convierta las imágenes a dB con la siguiente fórmula:

$$\text{Sigma naught(dB)} = 10\log_{10}(\text{pixel_value})^2 + \text{Calibration Factor}$$

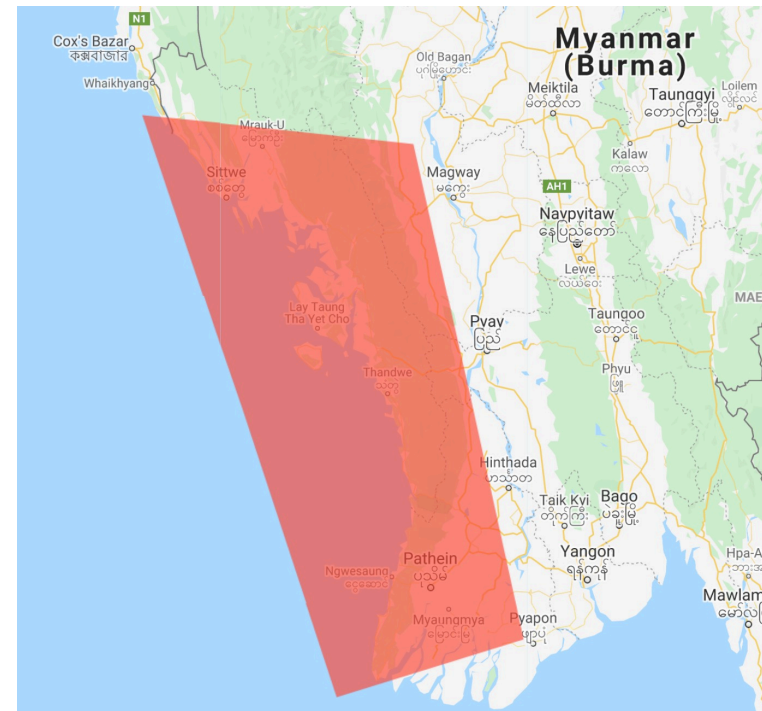
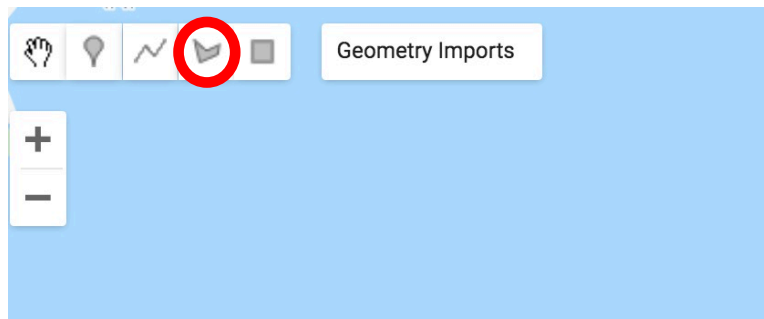
Donde el “Calibration Factor” = -83. para las imágenes PALSAR y -84.66 para las JERS-1

```
//Convert the images to dB: $\gamma_0 = 10\log_{10} \langle DN^2 \rangle + CF$   
//CF= calibration factor. CF=-83.0 for PALSAR and CF=-84.66 for JERS  
var dB_1996_HH = JERS_1996_filtered.pow(2).log10().multiply(10).add(-84.66);  
var dB_2007_HH = PALSAR_2007_filtered.select('HH').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);  
var dB_2007_HV = PALSAR_2007_filtered.select('HV').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);  
var dB_2010_HH = PALSAR_2010_filtered.select('HH').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);  
var dB_2010_HV = PALSAR_2010_filtered.select('HV').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);  
var dB_2017_HH = PALSAR_2017_filtered.select('HH').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);  
var dB_2017_HV = PALSAR_2017_filtered.select('HV').pow(2).log10().multiply(10).add(-83.0);
```



Seleccionar una Región de Interés

31. En la parte superior izquierda seleccione el icono del polígono y delimite su área de interés como mostramos aquí. Cámbiele el nombre al polígono de geometry a roi.



Adjuntar las Imágenes a la Región de Interés

32. Los mosaicos PALSAR son globales. Este siguiente paso los adjunta a la región de interés especificada en el paso anterior.

```
//Clip the images to our area of interest  
var dB_2007_HH_roi = dB_2007_HH.clip(roi);  
var dB_2007_HV_roi = dB_2007_HV.clip(roi);  
var dB_2010_HH_roi = dB_2010_HH.clip(roi);  
var dB_2010_HV_roi = dB_2010_HV.clip(roi);  
var dB_2017_HH_roi = dB_2017_HH.clip(roi);  
var dB_2017_HV_roi = dB_2017_HV.clip(roi);  
var dB_1996_HH_roi = dB_1996_HH.clip(roi);  
var srtm_roi = srtm.clip(roi);
```



Agregar las Imágenes y el Vector a “Layers”

33. Agregue las imágenes y el vector a la barra “Layers” para visualizarlos

```
// Add the images and vector to "Layers" in order to visualize them
Map.centerObject(roi, 7);
Map.addLayer(srtm_roi ,{min:-5,max:40}, 'SRTM', 0);
Map.addLayer(mangroves, {color: 'red'}, 'Mangroves', 0);
Map.addLayer(dB_1996_HH_roi ,{min:-25,max:0}, 'JERS', 0);
Map.addLayer(dB_2007_HV_roi,{min:-27,max:-5}, 'PALSAR HV 2007', 0);
Map.addLayer(dB_2010_HV_roi,{min:-27,max:-5}, 'PALSAR HV 2010', 0);
Map.addLayer(dB_2017_HV_roi,{min:-27,max:-5}, 'PALSAR HV 2017', 0);
Map.addLayer(dB_2007_HH_roi,{min:-15,max:-3}, 'PALSAR HH 2007', 0);
Map.addLayer(dB_2010_HH_roi,{min:-15,max:-3}, 'PALSAR HH 2010', 0);
Map.addLayer(dB_2017_HH_roi,{min:-15,max:-3}, 'PALSAR HH 2017', 0);
Map.addLayer(dB_2007_HV_roi.addBands(dB_2017_HV_roi).addBands(dB_2007_HV_roi), {min: -25,
max: -3}, 'RGB 2007/2017/2007', 0);
Map.addLayer(dB_1996_HH_roi.addBands(dB_2017_HH_roi).addBands(dB_1996_HH_roi), {min: -25,
max: 0}, 'RGB 1996/2017/1996', 0);
Map.addLayer(dB_2007_HV_roi.addBands(dB_2010_HV_roi).addBands(dB_2017_HV_roi), {min: -27,
max:-5}, 'RGB 2007/2010/2017', 0);
```



Calcular la Relación entre Imágenes de Dos Fechas

34. Calcule la relación entre imágenes de dos fechas diferentes. En este caso entre 1996 y 2017 y entre 2007 y 2017. Note que debido a que las imágenes están en escala logarítmica se restan para determinar la relación entre ellas

```
// Calculate the ratio between before and after  
var ratio0717HV= dB_2007_HV_roi.subtract(dB_2017_HV_roi);  
var ratio9617HH= dB_1996_HH_roi.subtract(dB_2017_HH_roi);
```

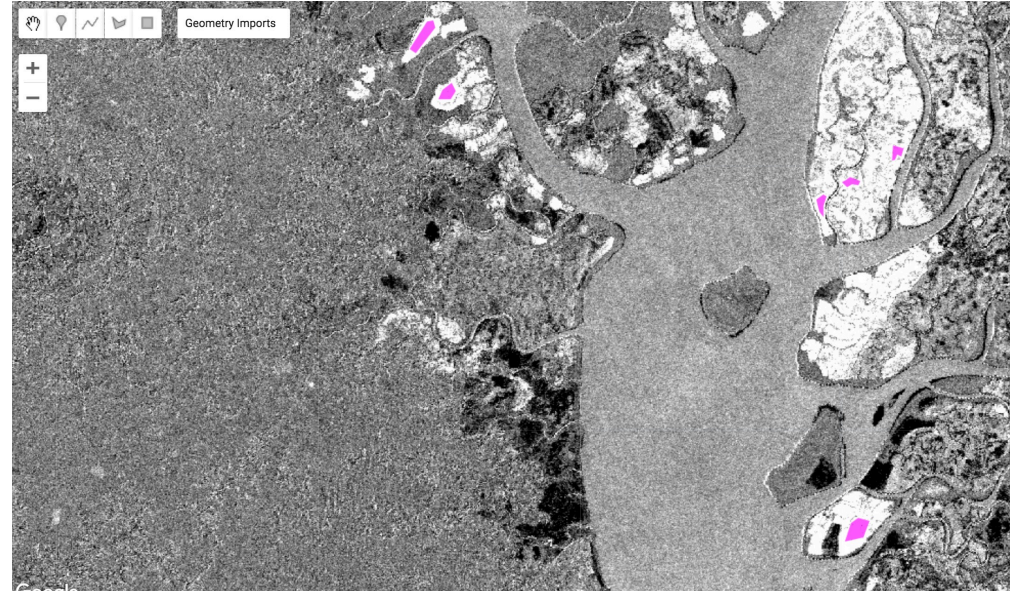
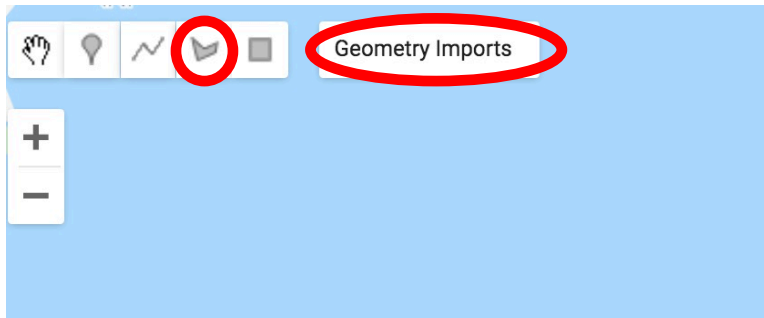
35. Visualice las imágenes de las relaciones

```
// Display the ratio images  
Map.addLayer(ratio0717HV, {min: -9,max:9}, 'Ratio HV 2007/2017', 0);  
Map.addLayer(ratio9617HH, {min: -9,max:9}, 'Ratio HH 1996/2017', 0);
```



Seleccionar Polígonos de Cambio/No Hay Cambio en las Imágenes de Relación

36. Seleccione el icono del polígono en la ventana izquierda y bajo "Geometry Imports" seleccione "new layers".



37. Seleccione la imagen de la relación 2007/2017 y dibuje polígonos en las áreas que son bien brillantes.

38. Cambie el nombre del polígono de geometry a loss_2007_2017

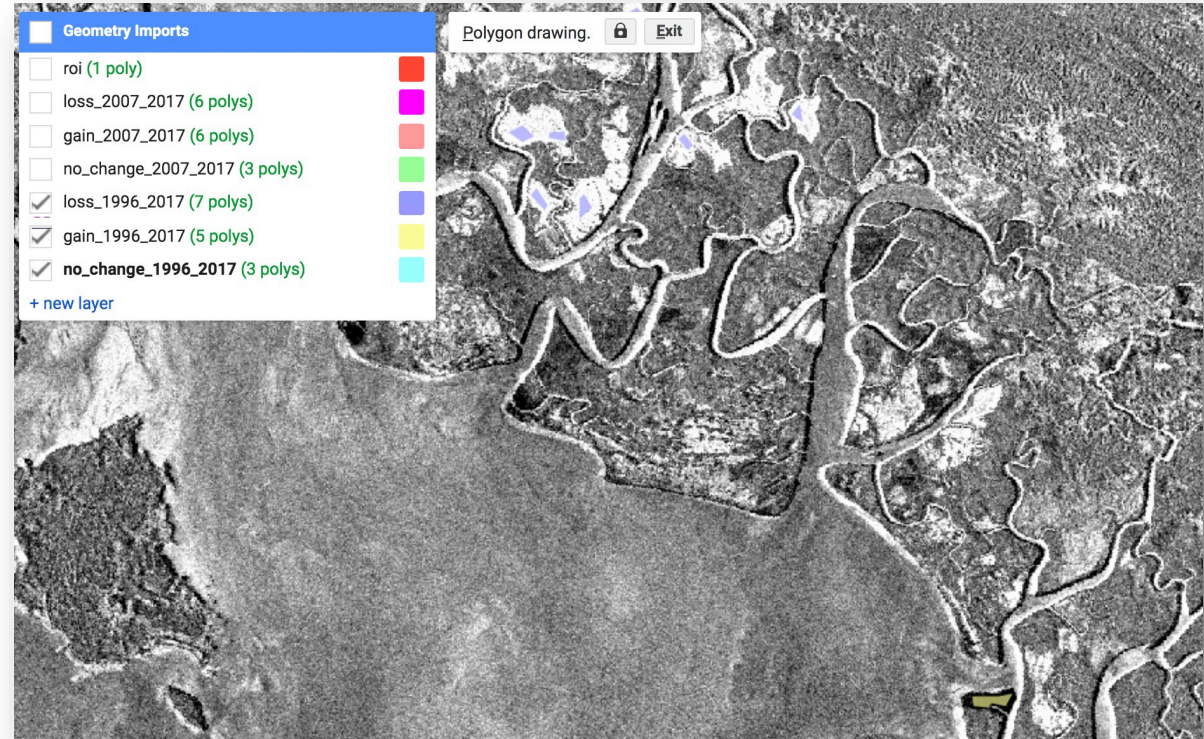
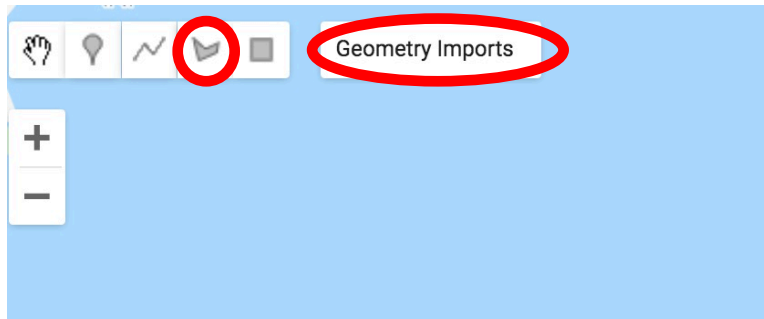
39. Repita los pasos 36-37 identificando las áreas oscuras. Cambie el nombre del polígono a gain_2007_2017.

40. Repita los pasos 36-37 una vez más identificando áreas donde no hubo cambios. Cambie el nombre del polígono a no_change_2007_2017



Seleccionar Polígonos de Cambio/No Hay Cambio en las Imágenes de Relación

41. Seleccione la imagen de relación "Ratio 1996/2017" y repita los pasos 36-37. Nombre los polígonos loss_1996_2017, gain_1996_2017 y no_change_1996_2017.



Calcular Estadísticas para los Polígonos

42. Cree una variable llamada “reducers” que combina la media y la desviación estándar

```
// Combine the mean and standard deviation reducers.  
var reducers = ee.Reducer.mean().combine({  
  reducer2: ee.Reducer.stdDev(),  
  sharedInputs: true  
});
```



Calcular Estadísticas para los Polígonos 2007/2017

43. Calcule la media y la desviación estándar para cada uno de los grupos de polígonos

```
// Compute the mean and stdv for the loss_2007_2017 polygons
var stats_loss_2007_2017 = ratio0717HV.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: loss_2007_2017,
  scale: 25
});
// Compute the mean and stdv for the gain_2007_2017 polygons
var stats_gain_2007_2017 = ratio0717HV.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: gain_2007_2017,
  scale: 25
});
// Compute the mean and stdv for the no_change_2007_2017 polygons
var stats_no_change_2007_2017 = ratio0717HV.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: no_change_2007_2017,
  scale: 25
});
```



Calcular Estadísticas para los Polígonos 1996/2017

44. Calcule la media y la desviación estándar para cada uno de los grupos de polígonos

```
// Compute the mean and stdv for the loss_1996_2017 polygons
var stats_loss_1996_2017 = ratio9617HH.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: loss_1996_2017,
  scale: 25
});
// Compute the mean and stdv for the gain_1996_2017 polygons
var stats_gain_1996_2017 = ratio9617HH.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: gain_1996_2017,
  scale: 25
});
// Compute the mean and stdv for the no_change_1996_2017 polygons
var stats_no_change_1996_2017 = ratio9617HH.reduceRegion({
  reducer: reducers,
  geometry: no_change_1996_2017,
  scale: 25
});});
```



Imprimir los Resultados

45. Imprima la media y la desviación estándar para cada uno de los grupos de polígonos

```
// Print the mean and standard deviation for each polygon class
print('Mean/STDV Loss 2007/2017', stats_loss_2007_2017, 'Mean/STDV Gain
2007/2017', stats_gain_2007_2017, 'Mean/STDV No Change 2007/2017',
stats_no_change_2007_2017, 'Mean/STDV Loss 1996/2017',
stats_loss_1996_2017, 'Mean/STDV Gain 1996/2017', stats_gain_1996_2017,
'Mean/STDV No Change 2007/2017', stats_no_change_1996_2017);
```

```
Mean/STDV Loss 2007/2017      JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  HV_mean: 15.04624259712423
  HV_stdDev: 2.2845270209351307
Mean/STDV Gain 2007/2017     JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  HV_mean: -12.269471914354899
  HV_stdDev: 1.6680151743270302
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  HV_mean: -0.13437158616300546
  HV_stdDev: 1.2081545235466205
```

```
Mean/STDV Loss 1996/2017    JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  b1_mean: 11.977338114461622
  b1_stdDev: 2.1298539786810466
Mean/STDV Gain 1996/2017   JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  b1_mean: -7.8316633976789465
  b1_stdDev: 3.2175732077914265
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)      JSON
  b1_mean: -0.9608912166640242
  b1_stdDev: 1.3226423194246957
```



Calcular Umbrales para Pérdida y Aumento de Manglares

46. Calcule umbrales para la pérdida (Loss) y el aumento (Gain) para cada imagen de relación

Umbrales 2007/2017:

Loss: 12.8

Gain: -10.6

Umbrales 1996/2017

Loss: 9.8

Gain: -4.6

```
Mean/STDV Loss 2007/2017      JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: 15.04624259712423
  HV_stdDev: 2.2845270209351307
Mean/STDV Gain 2007/2017     JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: -12.269471914354899
  HV_stdDev: 1.6680151743270302
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: -0.13437158616300546
  HV_stdDev: 1.2081545235466205
```

```
Mean/STDV Loss 1996/2017     JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: 11.977338114461622
  b1_stdDev: 2.1298539786810466
Mean/STDV Gain 1996/2017    JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: -7.8316633976789465
  b1_stdDev: 3.2175732077914265
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: -0.9608912166640242
  b1_stdDev: 1.3226423194246957
```



Calcular Umbrales para Pérdida y Aumento de Manglares

47. Calcule umbrales para la pérdida (Loss) y el aumento (Gain) para cada imagen de relación

Umbrales 2007/2017:

Loss: 10.4

Gain: -8.9

Umbrales 1996/2017

Loss: 7.7

Gain: -4.4

```
Mean/STDV Loss 2007/2017      JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: 15.04624259712423
  HV_stdDev: 2.2845270209351307
Mean/STDV Gain 2007/2017      JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: -12.269471914354899
  HV_stdDev: 1.6680151743270302
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  HV_mean: -0.13437158616300546
  HV_stdDev: 1.2081545235466205
```

```
Mean/STDV Loss 1996/2017      JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: 11.977338114461622
  b1_stdDev: 2.1298539786810466
Mean/STDV Gain 1996/2017      JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: -7.8316633976789465
  b1_stdDev: 3.2175732077914265
Mean/STDV No Change 2007/2017 JSON
▼Object (2 properties)        JSON
  b1_mean: -0.9608912166640242
  b1_stdDev: 1.3226423194246957
```



Aplicar Umbrales

48. Aplicar umbrales y visualizar las máscaras

```
//Apply Thresholds based on mean and stdv of polygons
```

```
var LOSS_THRESHOLD_2007_2017 = 10.40;
```

```
var GAIN_THRESHOLD_2007_2017 = -8.90;
```

```
var LOSS_THRESHOLD_1996_2017 = 7.70;
```

```
var GAIN_THRESHOLD_1996_2017 = -4.40;
```

```
var LOSS_0717 = ratio0717HV.gt(LOSS_THRESHOLD_2007_2017);
```

```
var GAIN_0717 = ratio0717HV.lt(GAIN_THRESHOLD_2007_2017);
```

```
var LOSS_9617 = ratio9617HH.gt(LOSS_THRESHOLD_1996_2017);
```

```
var GAIN_9617 = ratio9617HH.lt(GAIN_THRESHOLD_1996_2017);
```

```
//Display Masks
```

```
Map.addLayer(LOSS_0717.updateMask(LOSS_0717),{palette:"FF0000"},"Vegetation Loss 07/17",1);
```

```
Map.addLayer(GAIN_0717.updateMask(GAIN_0717),{palette:"FF0000"},"Vegetation GAIN 07/17",1);
```

```
Map.addLayer(LOSS_9617.updateMask(LOSS_9617),{palette:"FF0000"},"Vegetation Loss 96/17",1);
```

```
Map.addLayer(GAIN_9617.updateMask(GAIN_9617),{palette:"FF0000"},"Vegetation GAIN 96/17",1);
```



Adjuntar las Imágenes de Radar y el Archivo de Elevación

49. Adjunte las imágenes de radar y los archivos de elevación utilizando el archivo vectorial mangroves

```
//Clip the radar images and elevation to the mangrove vector files
var mangroves_2007_HH = dB_2007_HH.clip(mangroves);
var mangroves_2007_HV = dB_2007_HV.clip(mangroves);
var mangroves_2017_HH = dB_2017_HH.clip(mangroves);
var mangroves_2017_HV = dB_2017_HV.clip(mangroves);
var mangroves_1996_HH = dB_1996_HH.clip(mangroves);
var elevation = srtm.clip(mangroves)
```

```
//Add the images to the layers bar
Map.addLayer(mangroves_2007_HH ,{min:-15,max:-3}, 'Mangrove 2007 HH', 0);
Map.addLayer(mangroves_2007_HV ,{min:-27,max:-5}, 'Mangrove_2007 HV', 0);
Map.addLayer(mangroves_2017_HH ,{min:-15,max:-3}, 'Mangrove_2017 HH', 0);
Map.addLayer(mangroves_2017_HV ,{min:-27,max:-5}, 'Mangrove_2017 HV', 0);
Map.addLayer(mangroves_1996_HH ,{min:-25,max:0}, 'Mangrove_1997 HH', 0);
Map.addLayer(elevation ,{min:-5,max:30}, 'Mangrove Elevation', 0);
```



Calculate Mangrove Biomass from Canopy Height

50. Calcule la biomasa de manglar utilizando la retrodispersión del radar from SRTM DEM.

SRTM, elevation corresponds to basal area weighted height (also called Lorey's height). The maximum height is generally 1.6X this value. (Simard et al., 2019).

Apply an allometric equation directly to the DEM. There are several generic equations relating SRTM to canopy height and aboveground biomass:

- Basal area weighted height: $H_{ba} \sim 1.08 * SRTM$
- Maximum canopy height: $H_{max} \sim 0.93 * 1.7 * SRTM$
- Aboveground Biomass: $B \sim 3.25 * H_{ba}^{1.53}$

Use the following equation: Above ground biomass = $3.25 * (1.08 * SRTM)^{1.53}$

```
//Calculate above ground biomass from SRTM canopy height  $3.25 * (1.08 * SRTM)^{1.53}$ 
```

```
var biomass_height = mangroves_elevation.multiply(1.08).pow(1.53).multiply(3.25);
```



Calcular Biomasa de Manglar con Altura de DoseL

51. Estime la biomasa de manglar utilizando estimaciones de la altura del doseL del SRTM DEM.

Aplicaremos una ecuación alométrica directamente al DEM. Hay varias ecuaciones genéricas para relacionar SRTM con la altura del doseL y biomasa aérea:

- Altura ponderada del área basal: $H_{ba} \sim 1.08 * SRTM$
- Altura de doseL máxima: $H_{max} \sim 0.93 * 1.7 * SRTM$
- Biomasa aérea: $B \sim 3.25 * H_{ba}^{1.53}$

Utilizaremos la siguiente ecuación:

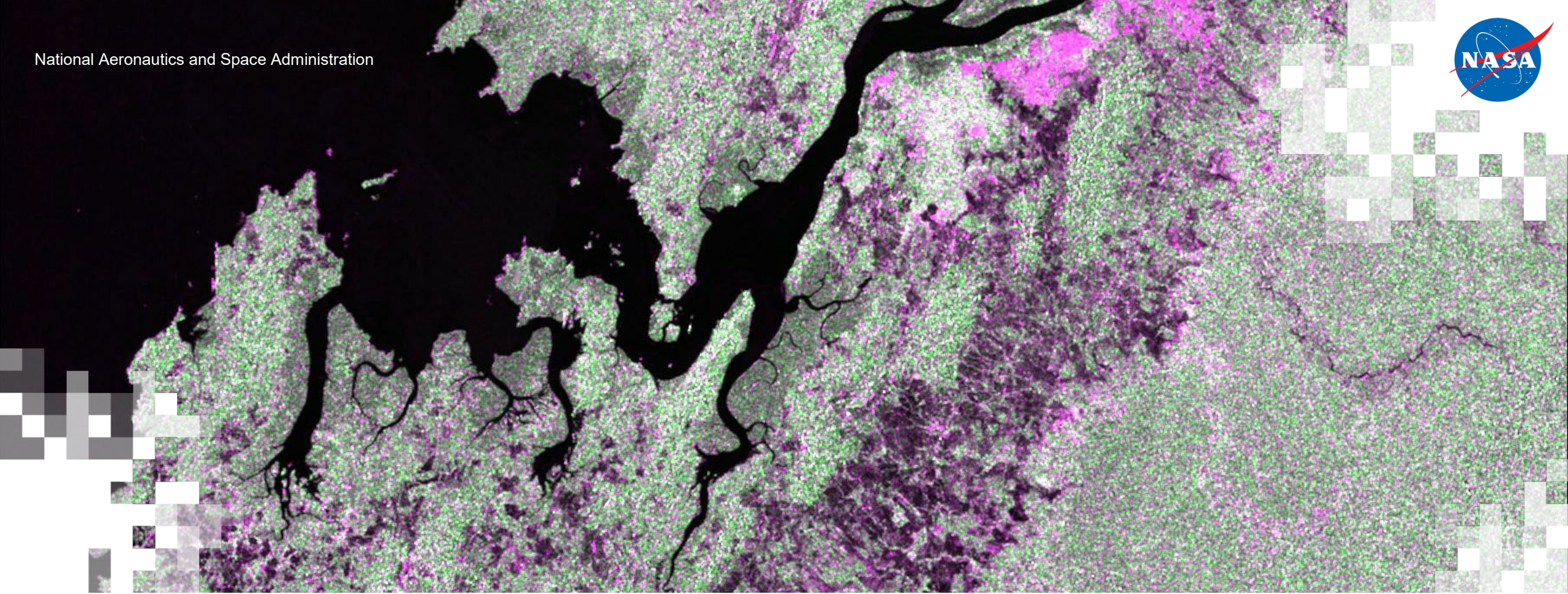
$$\text{Biomasa aérea} = 3.25 * (1.08 * SRTM)^{1.53}$$



Código para Google Earth Engine

https://code.earthengine.google.com/38d606eaa61348482dd5771bedbfa5e6?accept_repo=users%2Fwolterpt%2FSAR_TimeSeries_PTW





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

21 de mayo 2020

Preguntas

- Por favor envíe sus preguntas en la casilla para preguntas y respuestas (Q&A)
- Publicaremos las preguntas y respuestas en la página web de la capacitación después de la conclusión del curso





¡Gracias!

