



# SAR para el Mapeo de Inundaciones Utilizando Google Earth Engine

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

Sean McCartney, NASA Goddard Space Flight Center

28 de agosto de 2019



# Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar esta presentación los participantes podrán entender:

- el contenido informático en las imágenes SAR relevante a las inundaciones
- cómo generar un mapa de inundación usando Google Earth Engine



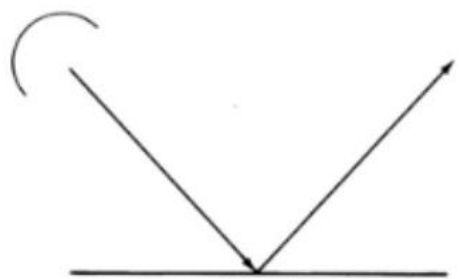
# Inundación Definida desde Una Perspectiva de Radar

La presencia temporal o permanente de una superficie acuática:

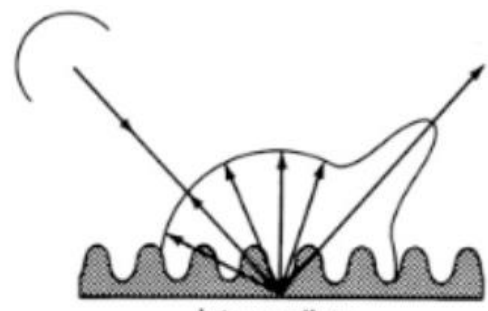
- bajo un dosel de vegetación (vegetación establecida alta o baja)
- agua sin vegetación (conocida como agua abierta)



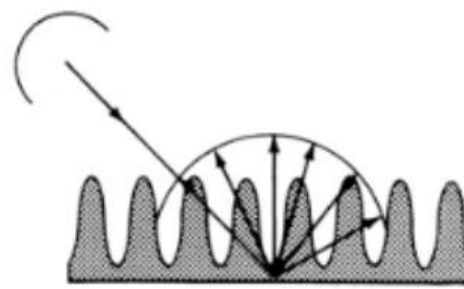
# Dispersión de la Señal de SAR sobre Áreas Inundadas



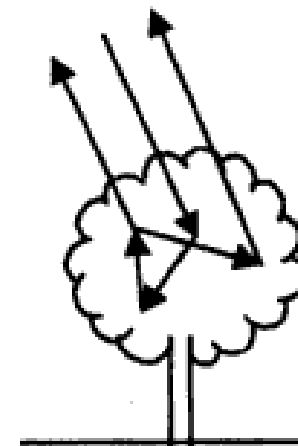
Superficie Lisa



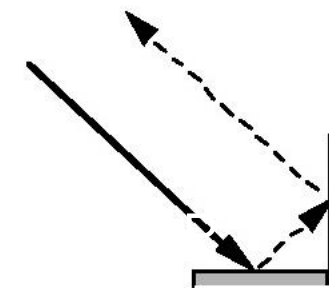
Superficie Áspera



Superficie Más Áspera  
(Rugosa)



Dispersión  
por Volumen



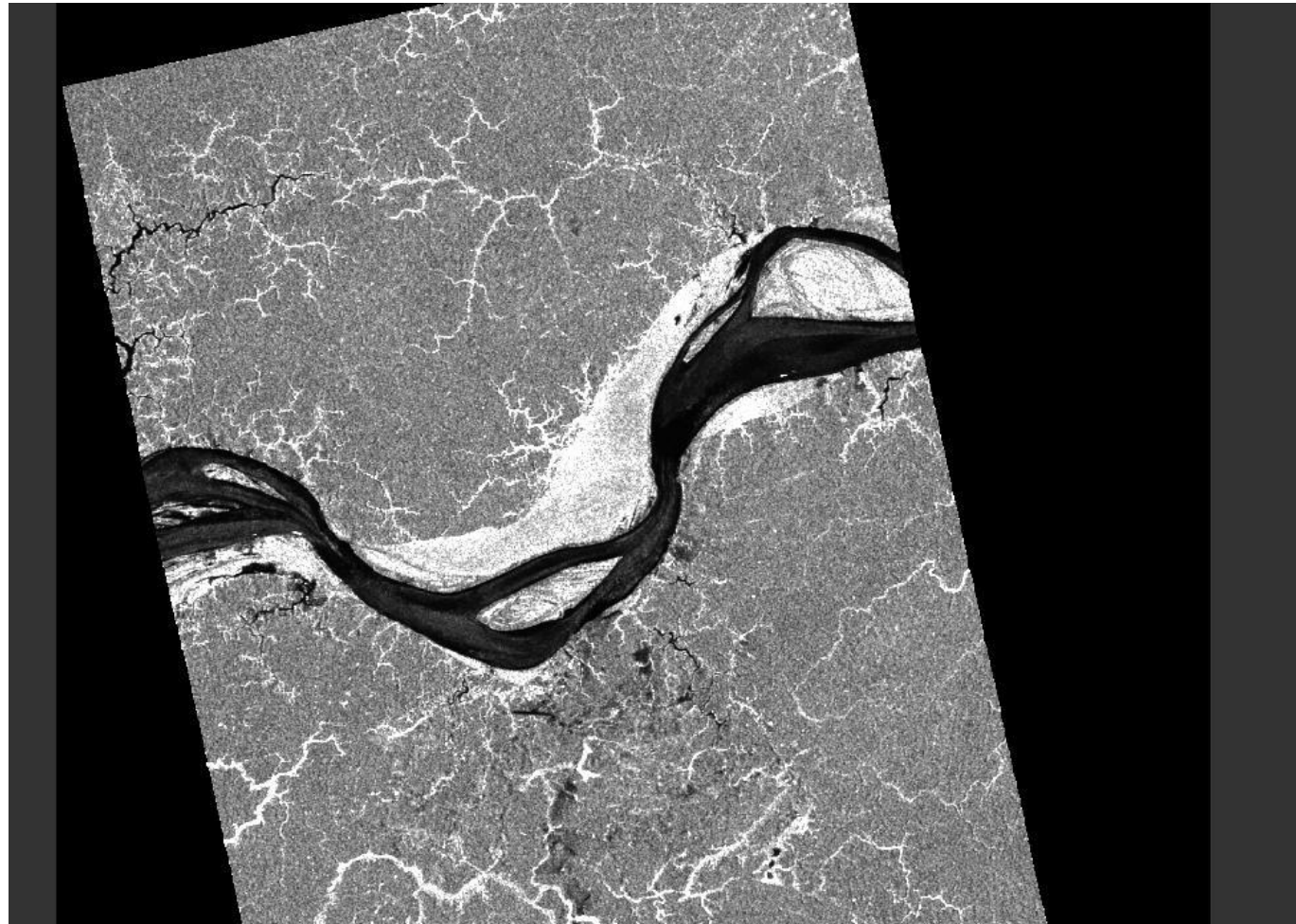
Doble Rebote

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



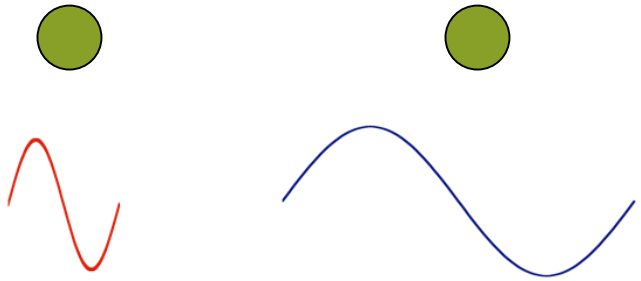
# Ejemplo de la Dispersión de la Señal de SAR sobre Regiones Inundadas

Imagen Palsar (L-band) cerca de Manaus, Brasil



# Características de la Superficie Relacionados a Estructura

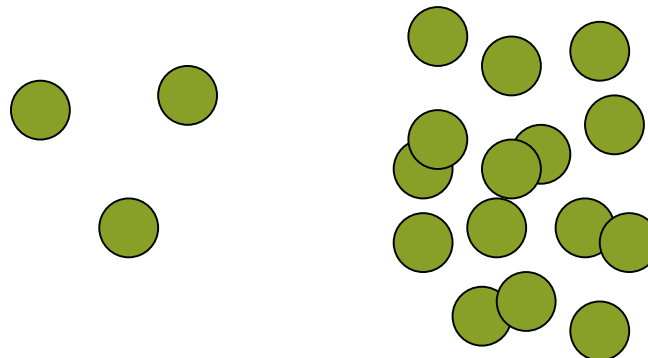
Tamaño Relativo a la Longitud de Onda



Orientación






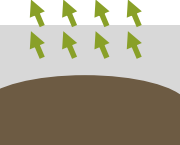
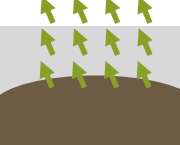
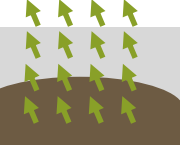
Densidad





# La Relación entre la Longitud de Onda y la Señal de Radar Sobre Vegetación Inundada

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

Vegetación			
Aluvión Seco			
	Banda-X 3 cm	Banda-C 5 cm	Banda-L 23 cm

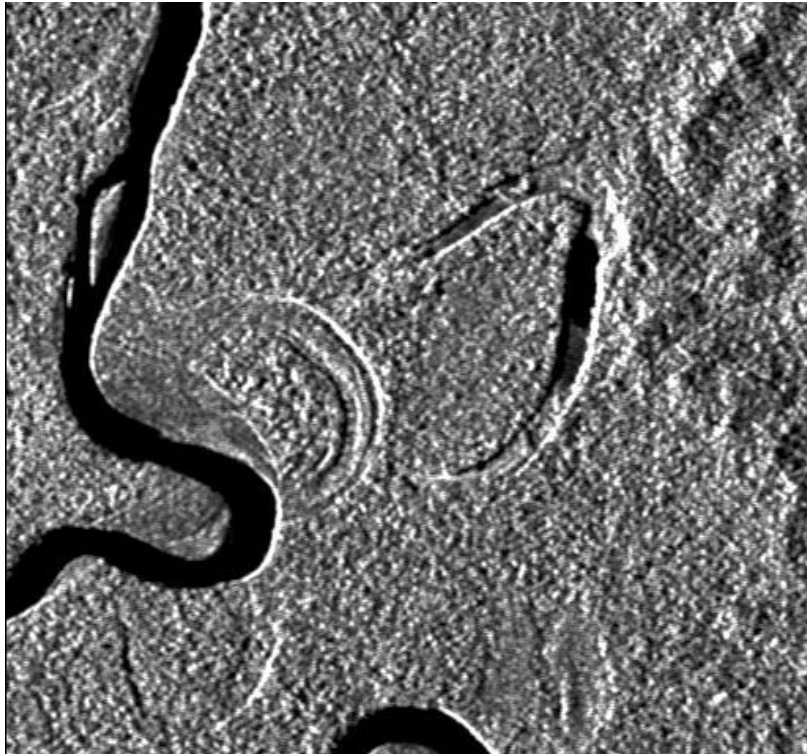
Designación de Bandas*	Longitud de onda ( $\lambda$ ), cm	Frecuencia ( $\nu$ ), GHz ( $10^9$ ciclos·seg <sup>-1</sup> )
Ka (0.86 cm)	0.8 – 1.1	40.0 – 26.5
K	1.1 – 1.7	26.5 – 18.0
Ku	1.7 – 2.4	18.0 – 12.5
X (3.0 cm, 3.2 cm)	2.4 – 3.8	12.5 – 8.0
C (6.0)	3.8 – 7.5	8.0 – 4.0
S	7.5 – 15.0	4.0 – 2.0
L (23.5 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 ondas mas comúnmente utilizadas en SAR se encuentran en paréntesis

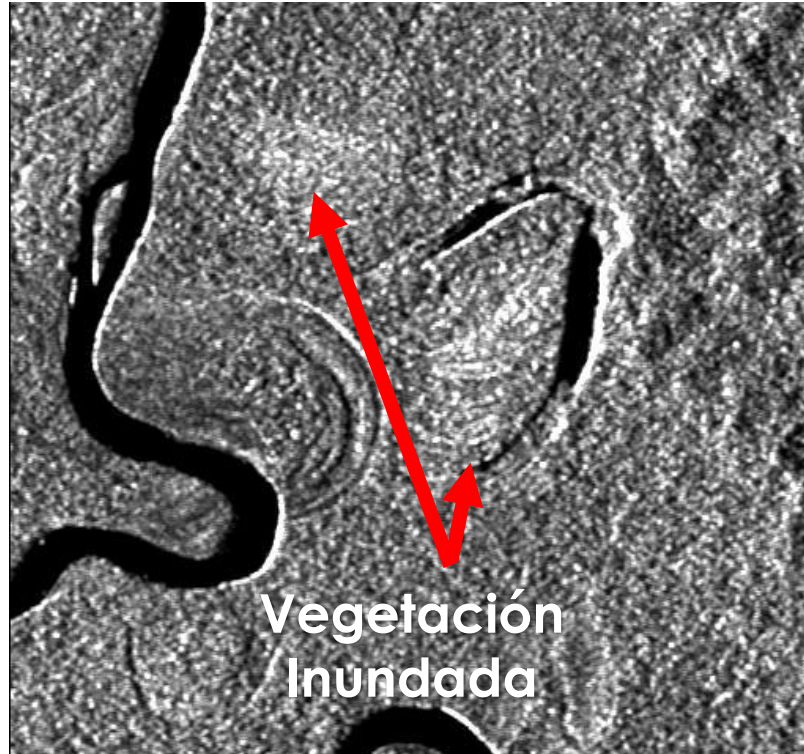
# Ejemplo: Penetración de la Señal de Radar en Vegetación Inundada

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

Banda-C



Banda-L



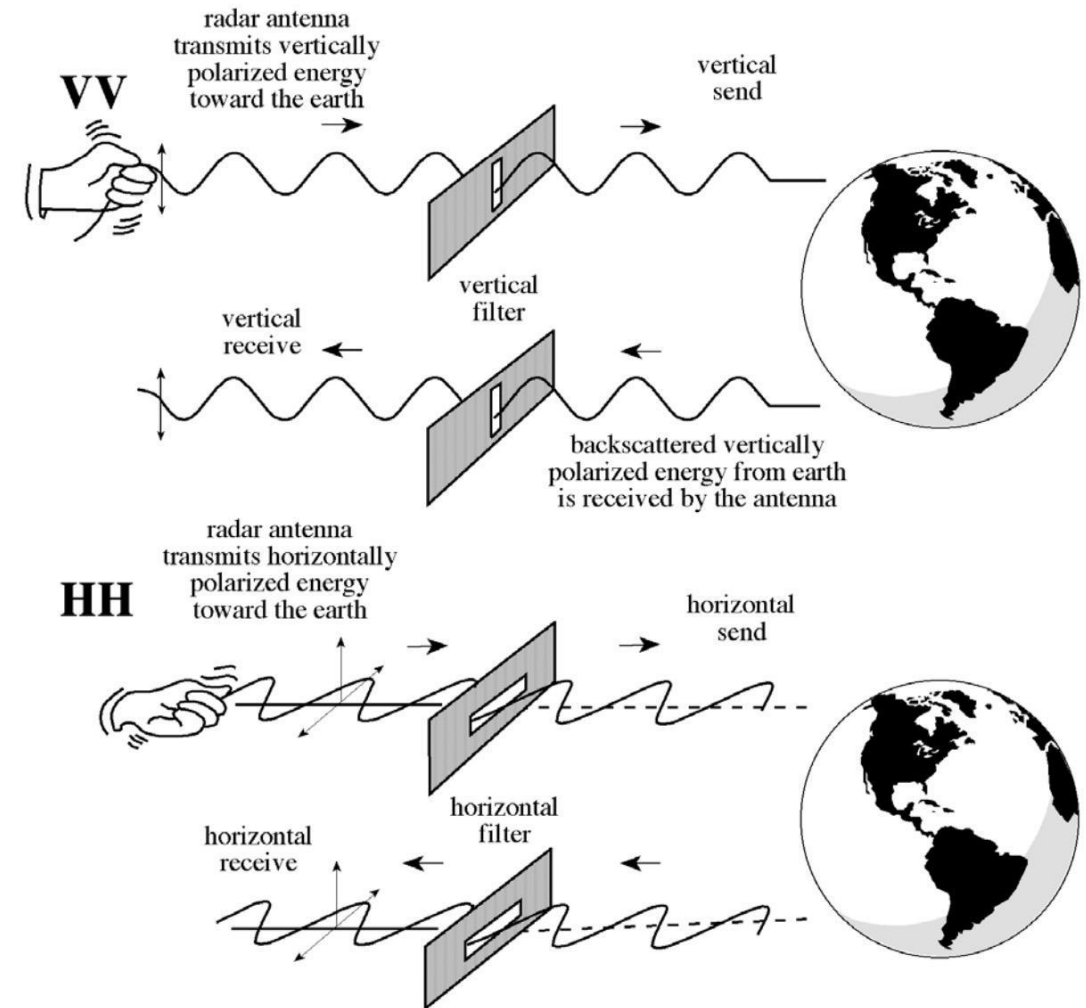
Banda-P





# Polarización

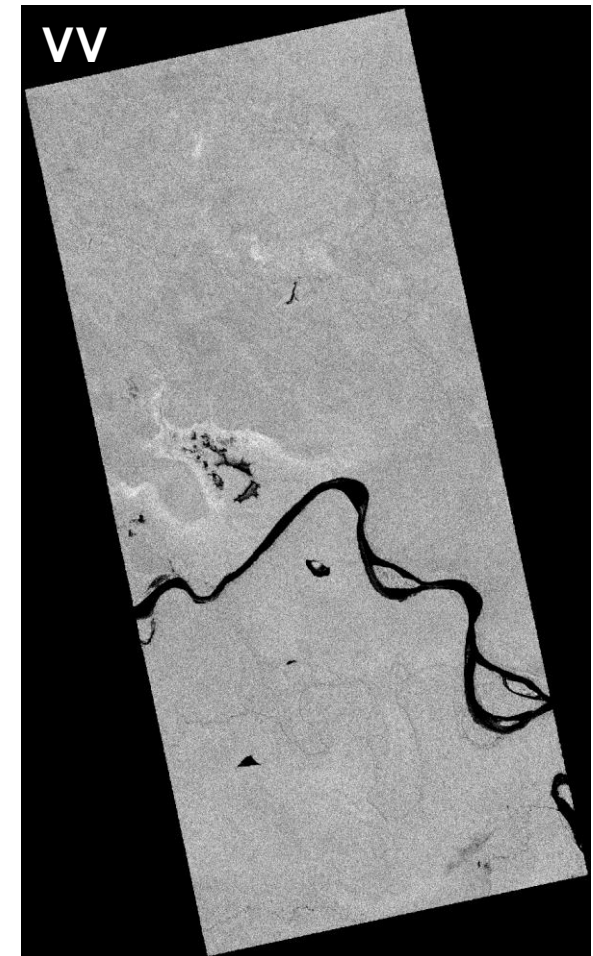
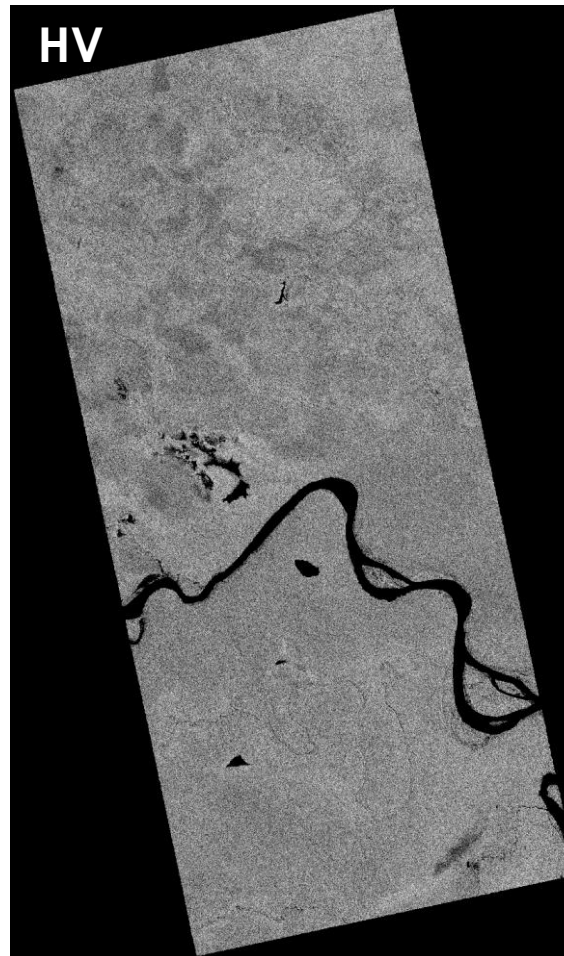
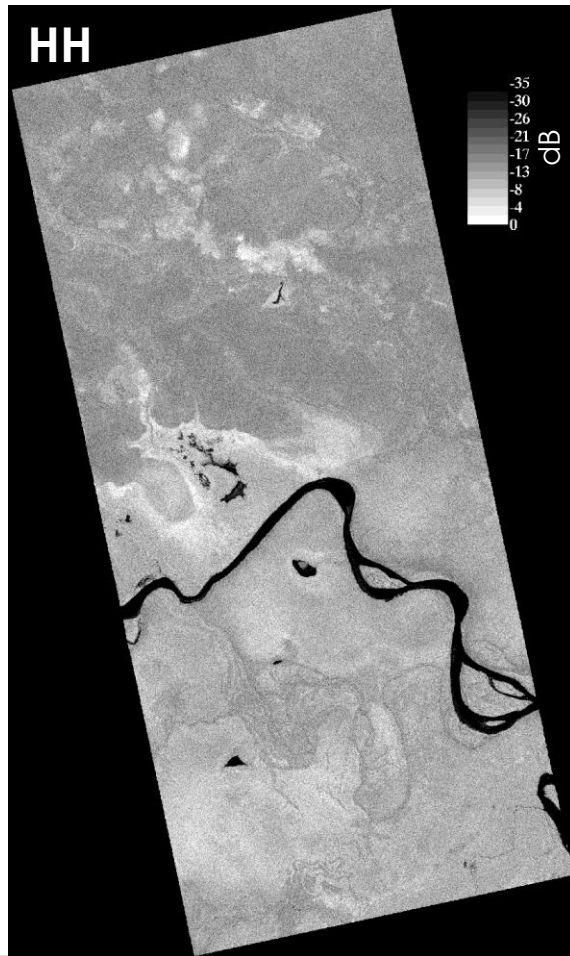
- La señal de radar es polarizada
- Las polarizaciones normalmente se controlan entre H y V:
  - HH: Transmitida Horizontalmente, Recibida Horizontalmente
  - HV: Transmitida Horizontalmente, Recibida Verticalmente
  - VH: Transmitida Verticalmente, Recibida Horizontalmente
  - VV: Transmitida Verticalmente, Recibida Verticalmente
- Configuración Quad-Pol: Cuando se miden las cuatro polarizaciones
- Diferentes polarizaciones pueden ser utilizadas para determinar las propiedades físicas del objeto observado



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

# Ejemplo de Múltiples Polarizaciones en la Detección de Vegetación Inundada

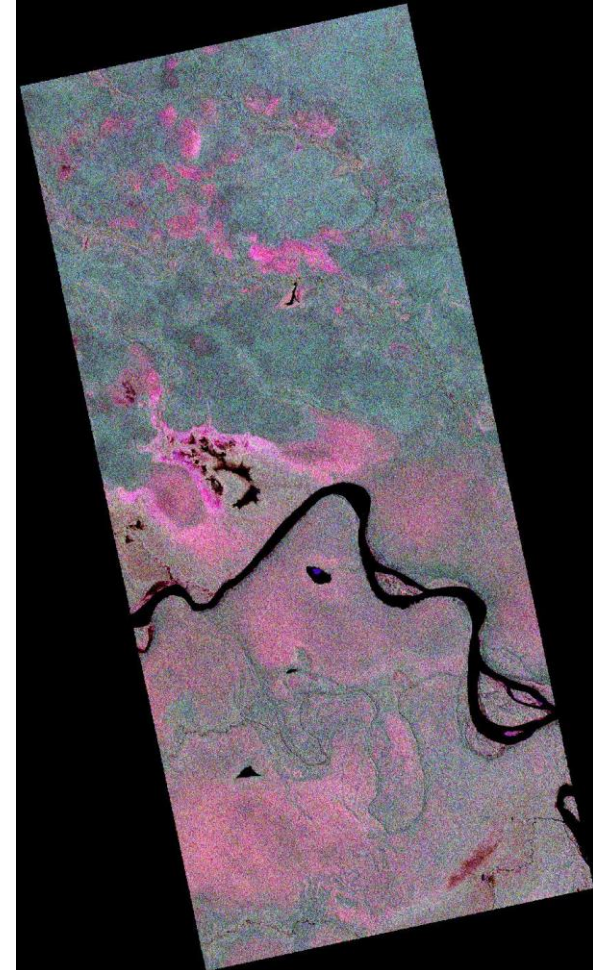
Imágenes de Palsar (L-band) sobre Pacaya-Samiria en el Perú





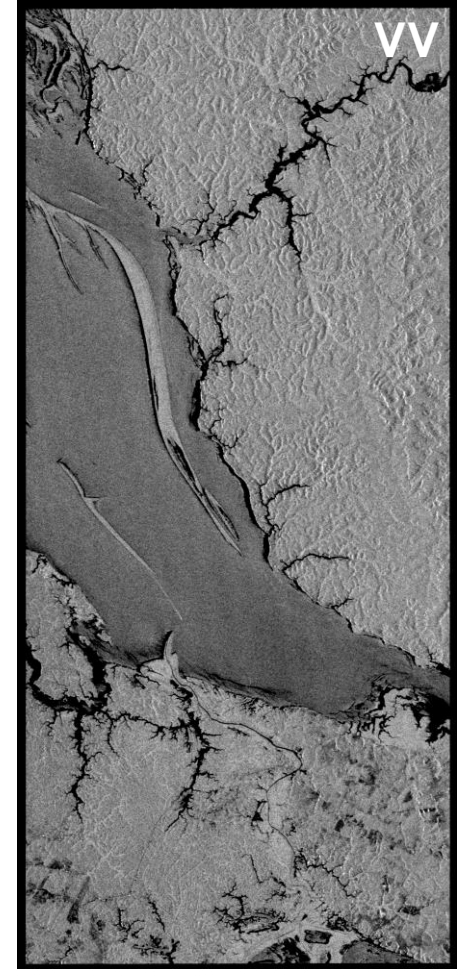
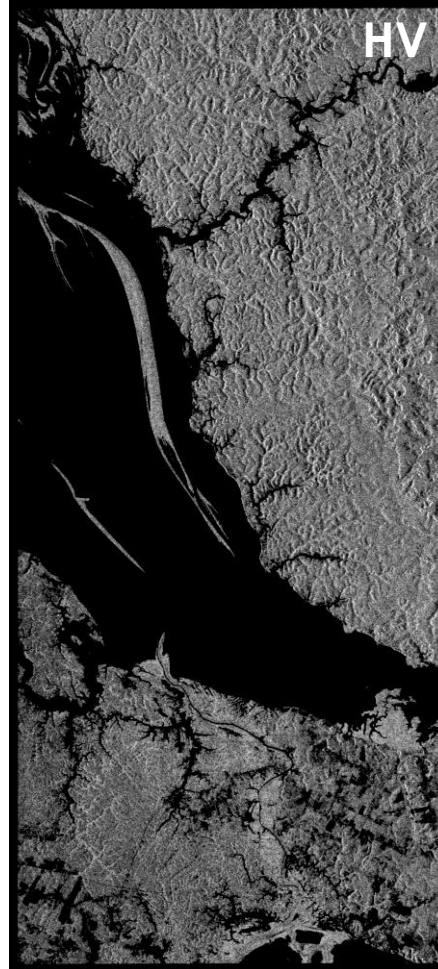
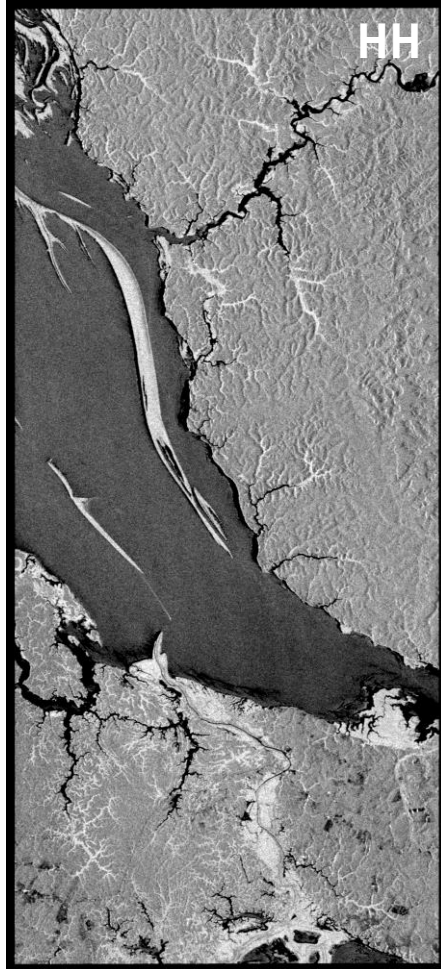
# Polarizaciones Múltiples para la Detección de Vegetación Inundada

Imágenes de Palsar (Band-L) sobre Pacaya-Samiria en el Perú (HH-HV-VV)



# Polarizaciones Múltiples para la Detección de Agua Abierta

Imágenes Palsar (Banda-L) cerca de Manaus, Brasil

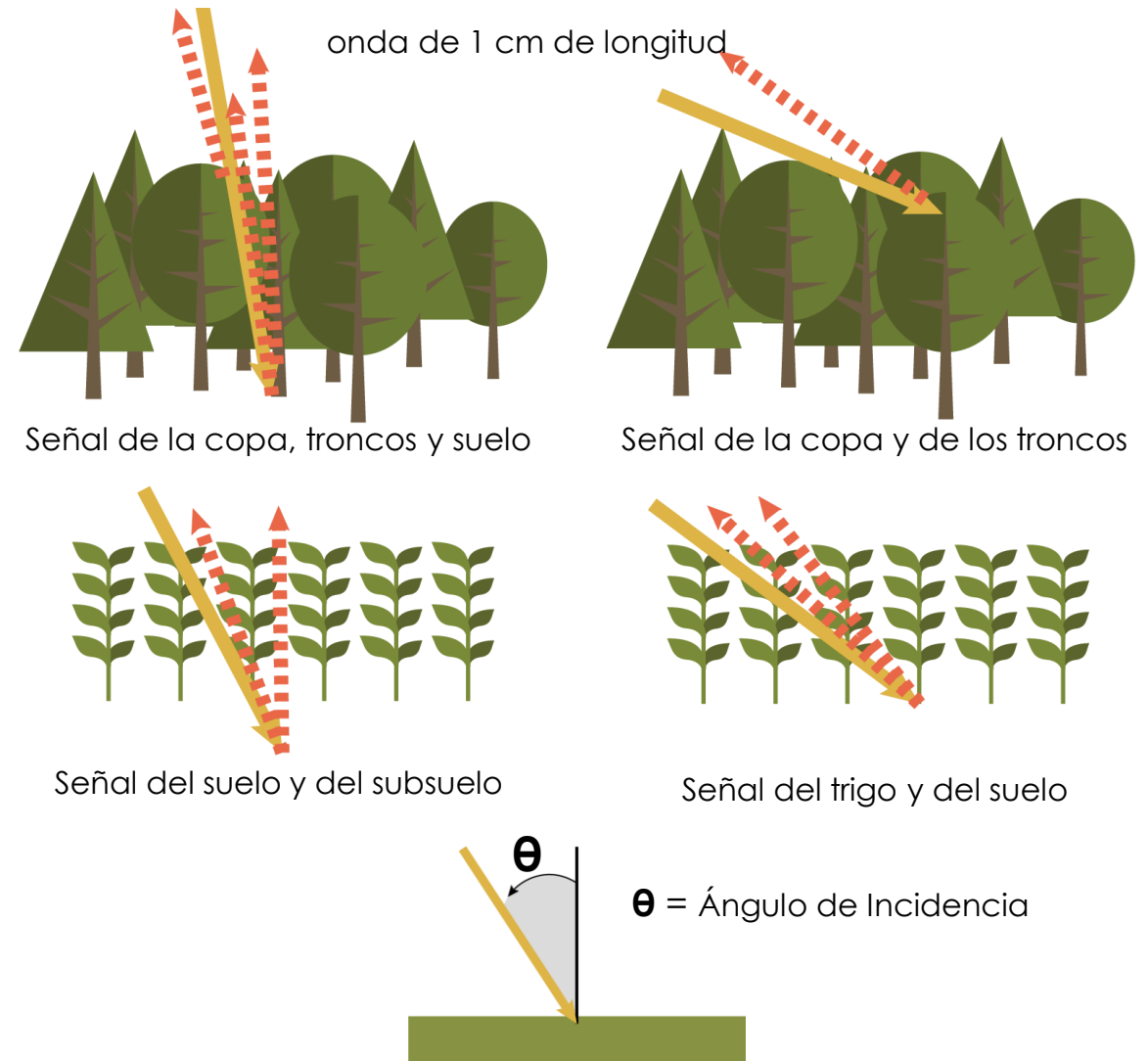




# Ángulo de Incidencia

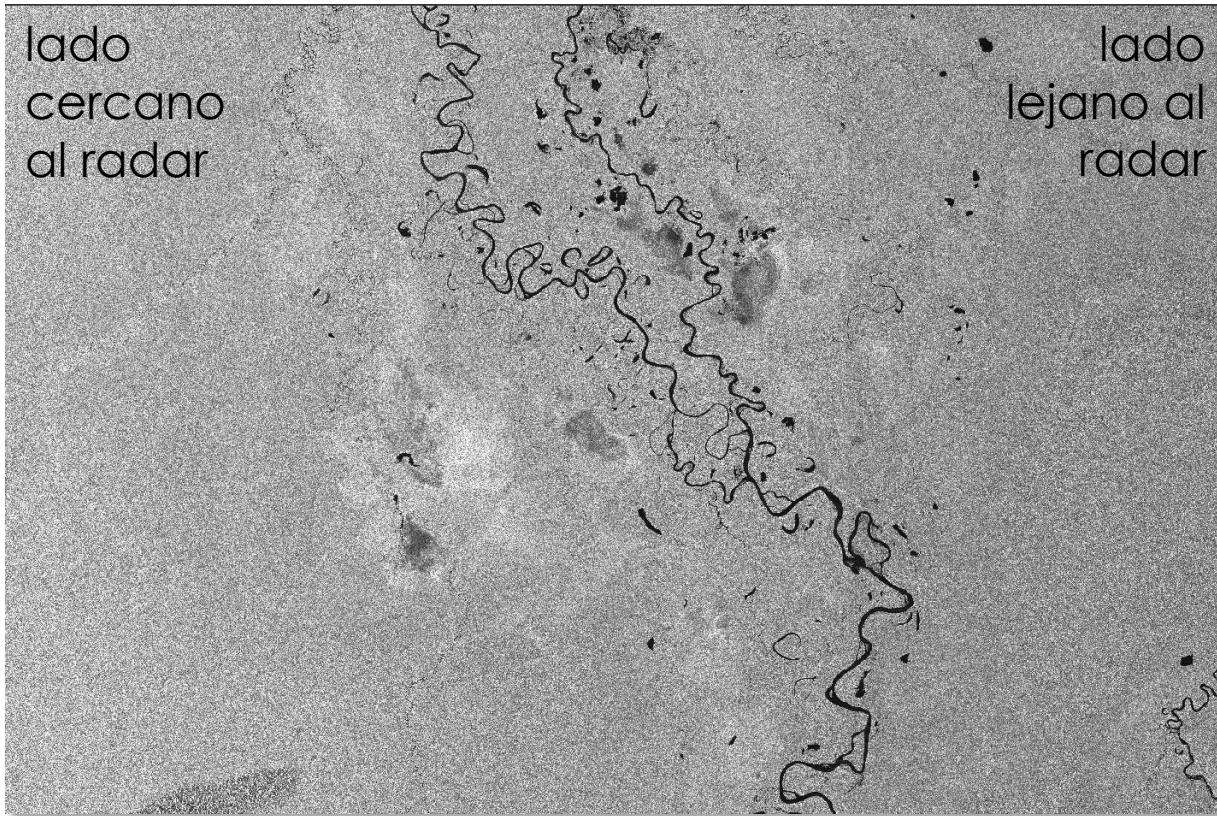
## Ángulo de Incidencia Local:

- 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
- El ángulo de incidencia cambia dependiendo de la altura del sensor
- Por ello la geometría de la imagen varía de punto a punto en la dirección de rango

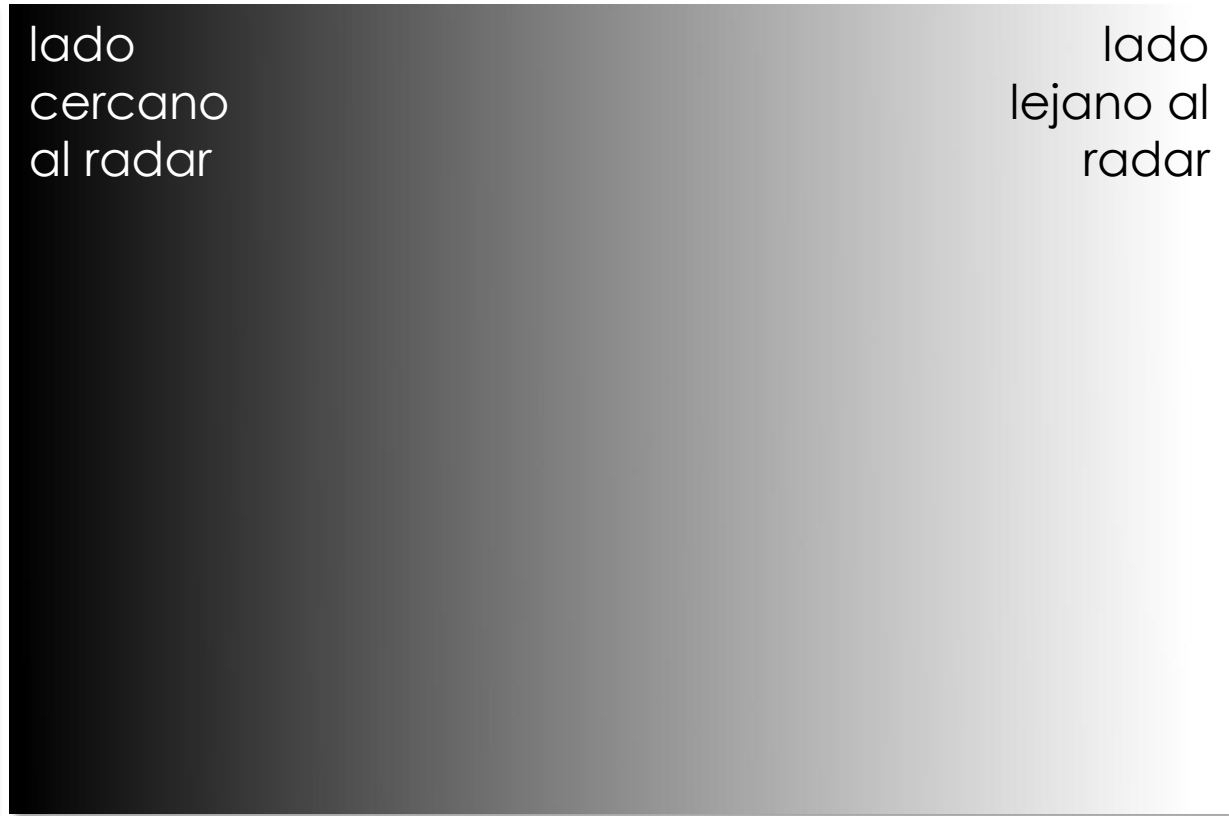


Imágenes basadas en: superior: Ulaby et al. (1981a), inferior: ESA

# El Efecto de la Variación del Ángulo de Incidencia



Sentinel-1

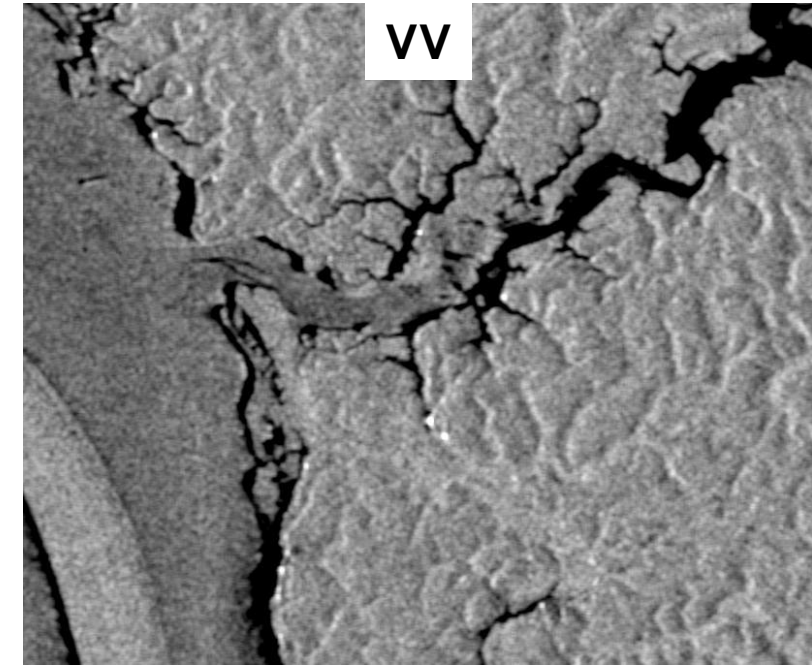
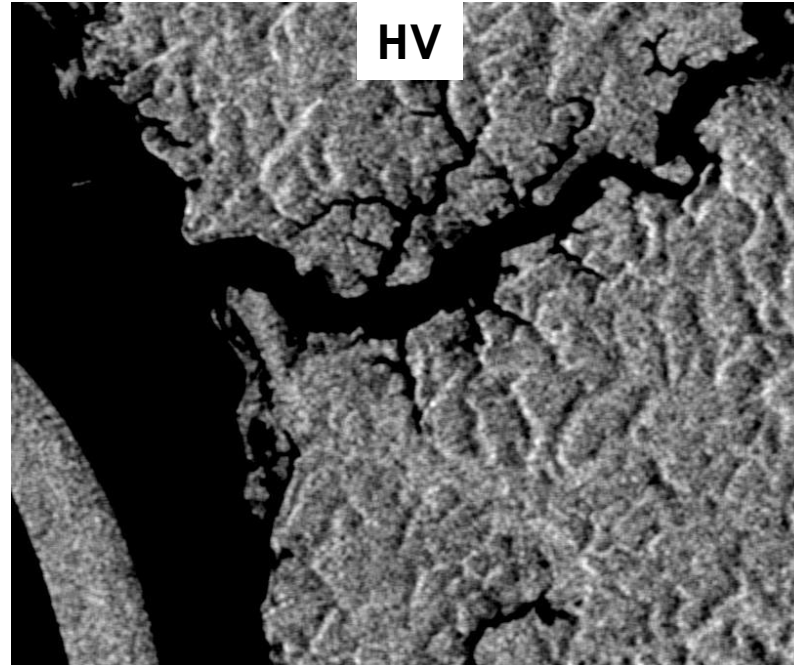
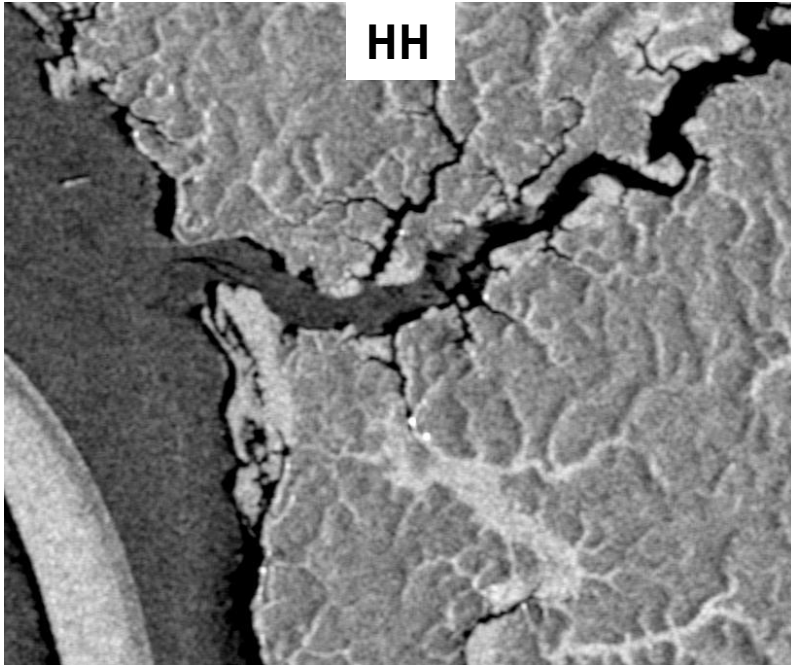


30 Ángulo de Incidencia (grados) 45



# Fuente de Confusión: El Viento

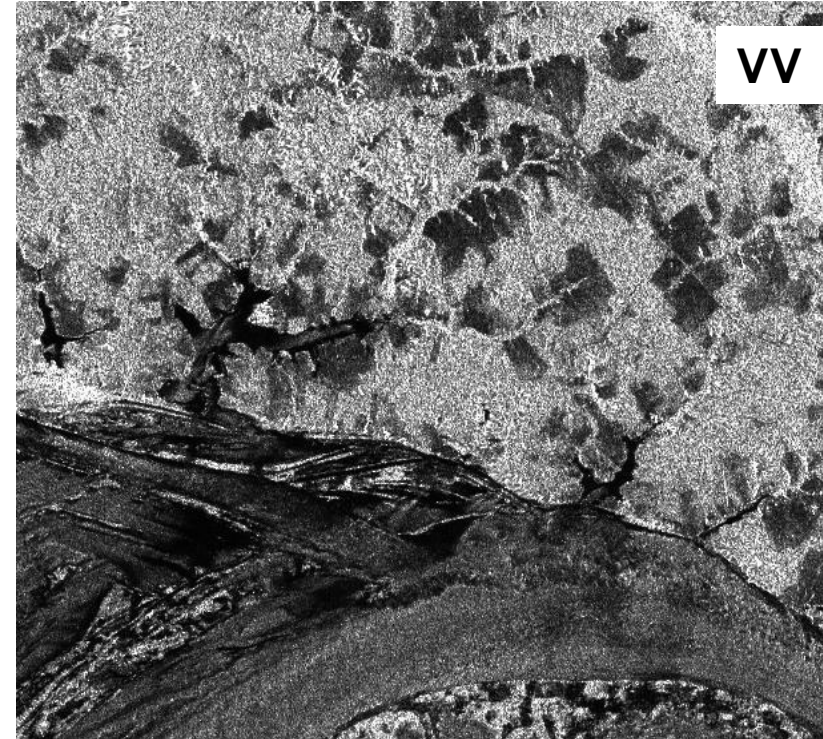
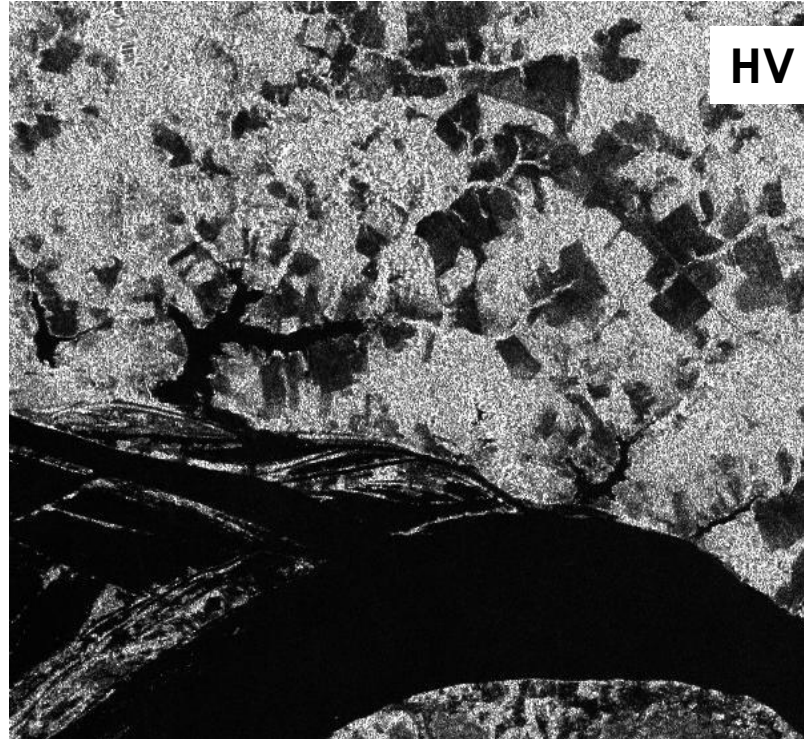
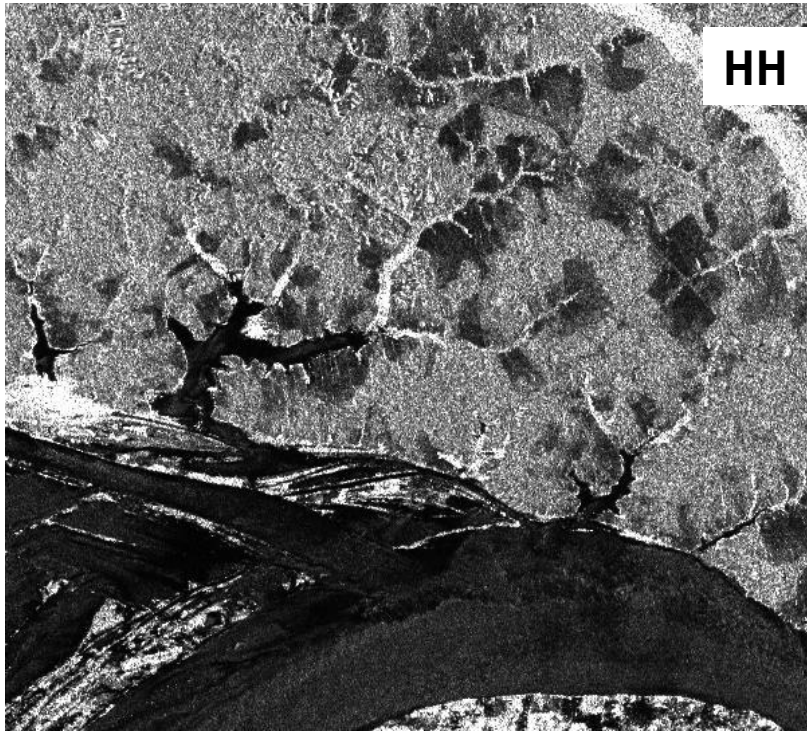
Imágenes de Palsar (Banda-L) cerca de Manaus, Brasil





# Fuente de Confusión: Agua Abierta y Vegetación Baja

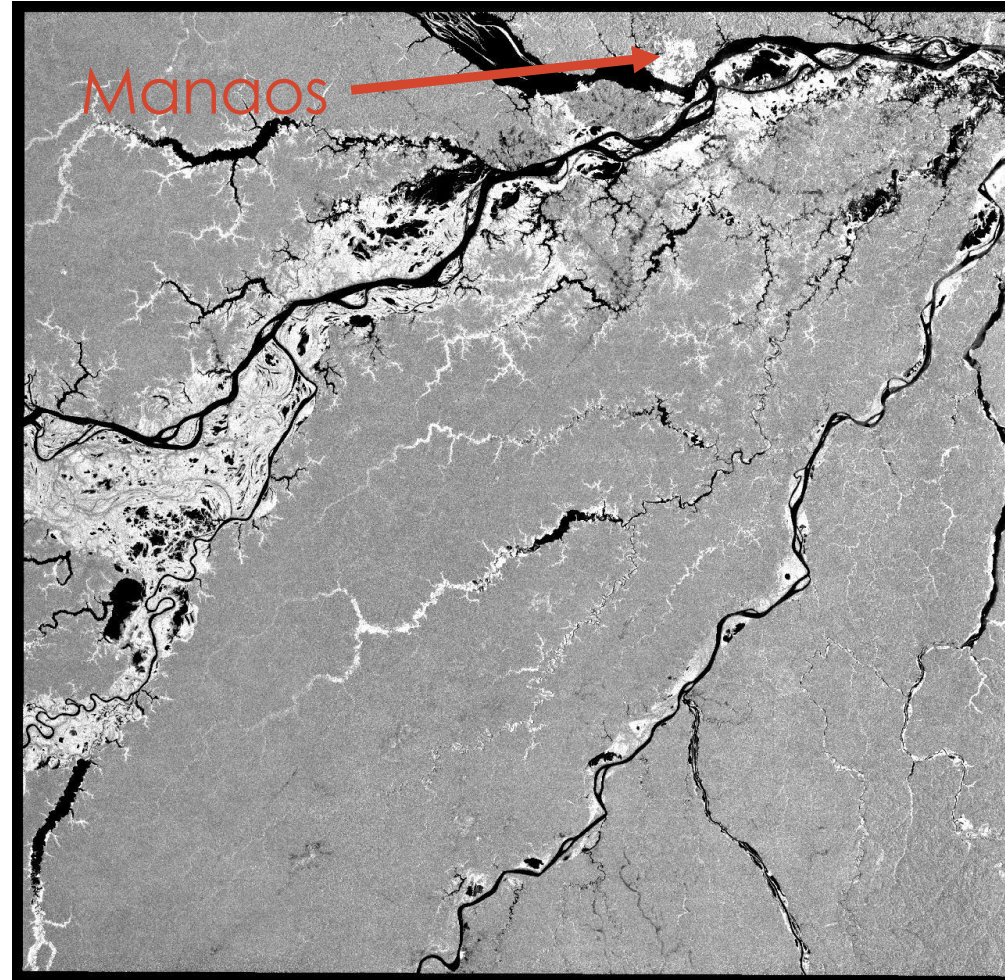
Imágenes de PALSAR (Banda-L) cerca de Manaus, Brasil





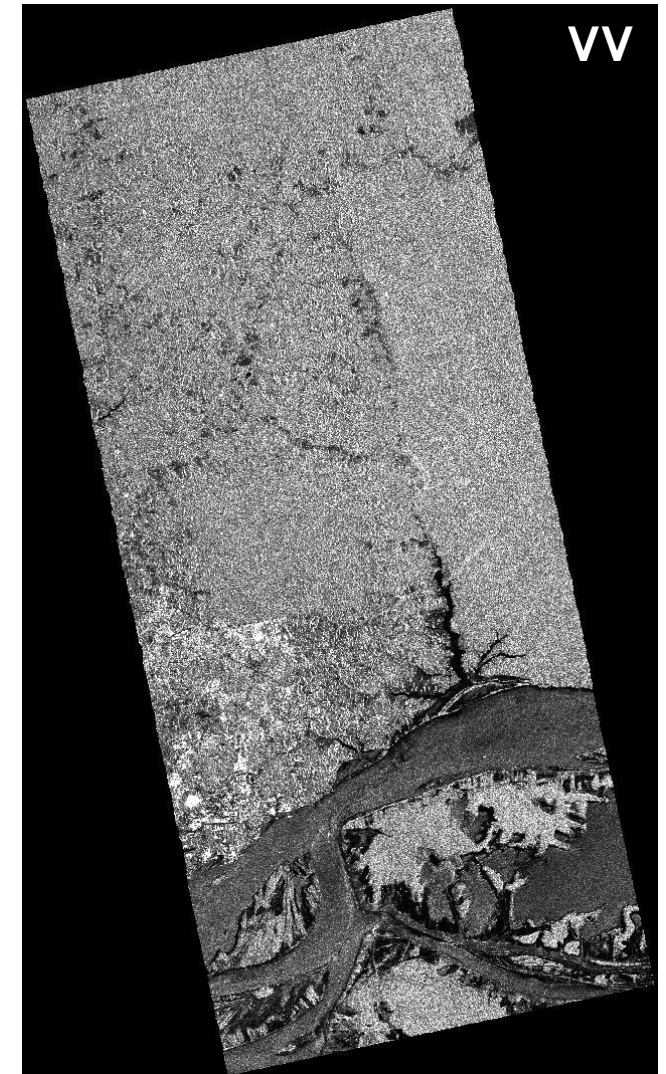
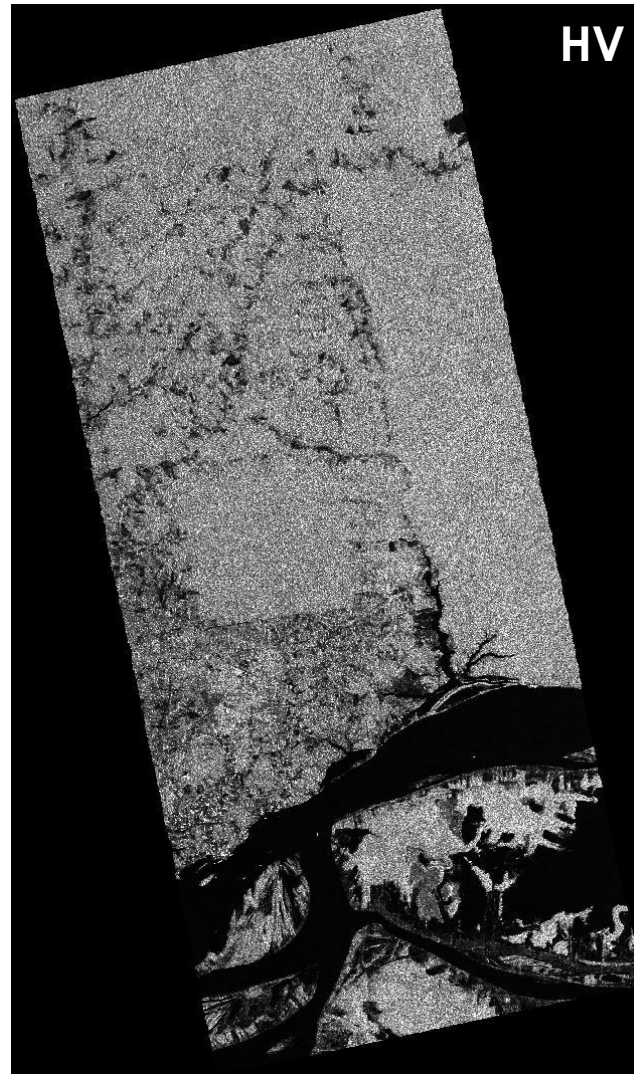
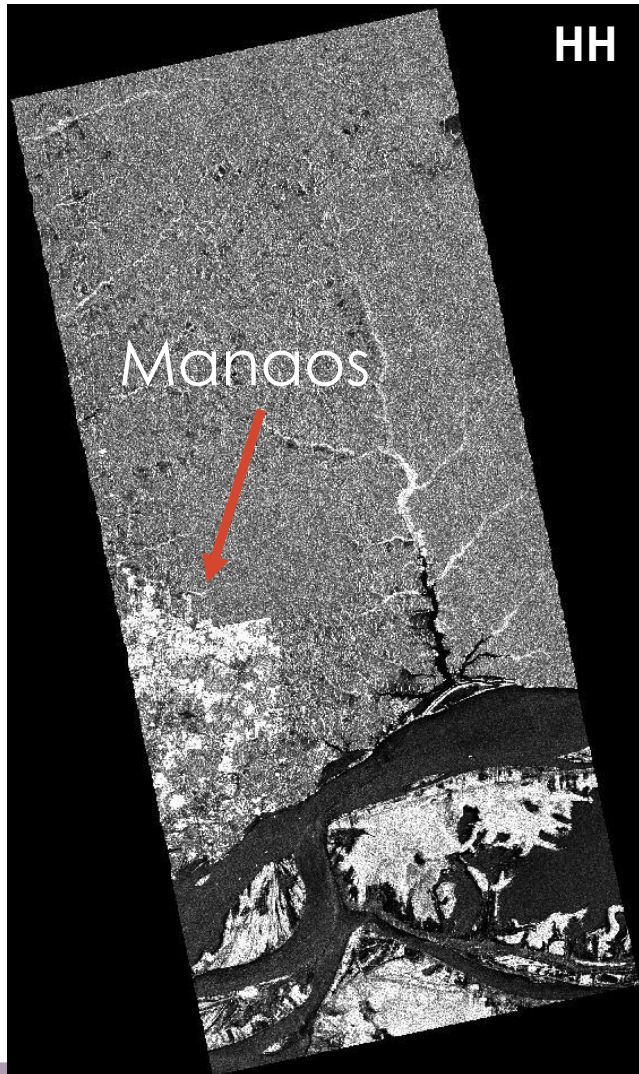
# Las Áreas Urbanas como Fuente de Confusión

Imagen HH de Palsar (L-band) de Manaus, Brasil y sus alrededores





# Las Áreas Urbanas con Diferentes Polarizaciones

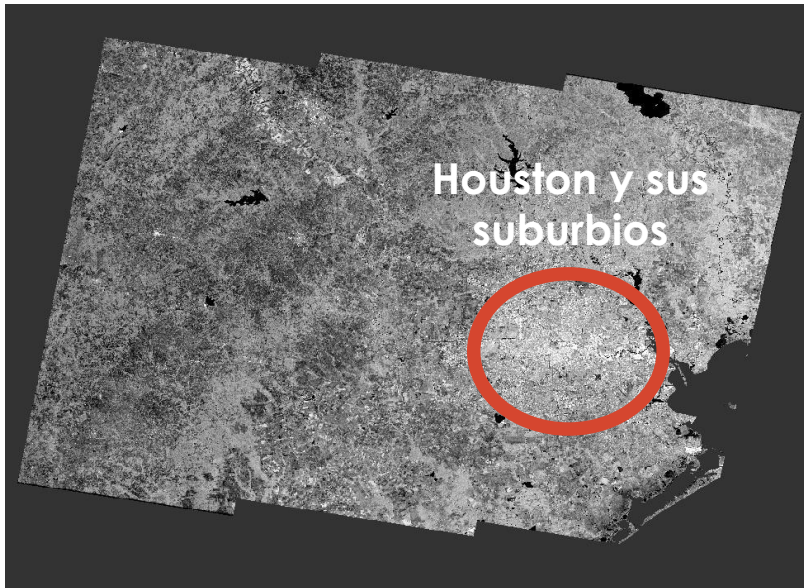




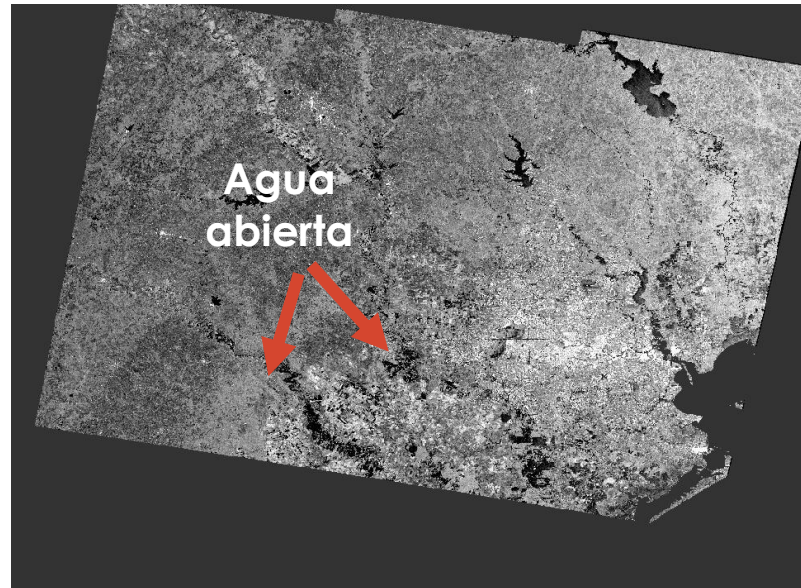
# El Huracán Harvey en Houston, Texas – Agosto de 2017

## Imágenes de Sentinel-1 (VV)

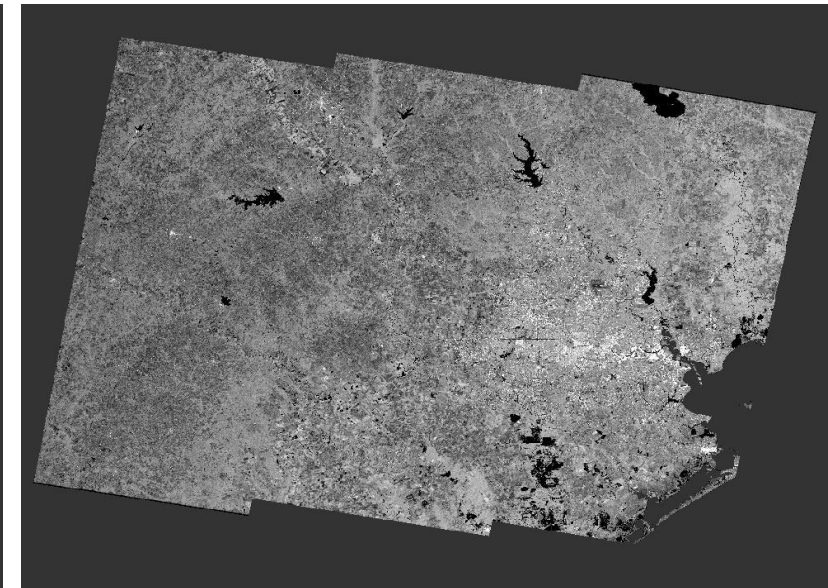
18 de Ago. 2017  
(Antes del Evento)



30 de Ago. 2017  
(Durante el Evento)



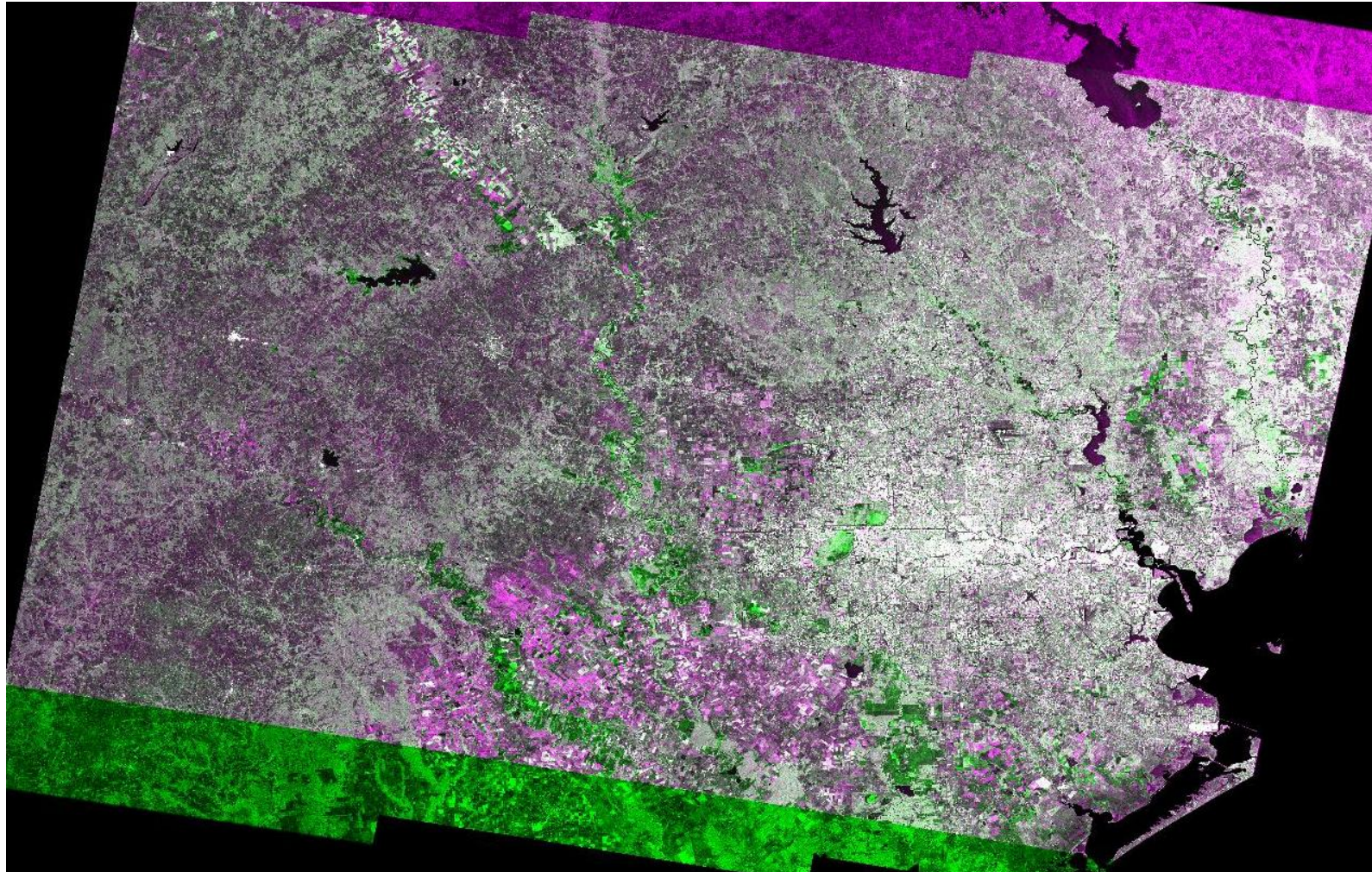
5 de Sept. de 2017  
(Después del Evento)





# El Huracán Harvey en Houston, Texas – Antes y Durante el Evento

Imágenes del Radar Sentinel-1, RGB: 30 Ago. (R), 18 Ago. 18 (G), 30 Ago. (B)

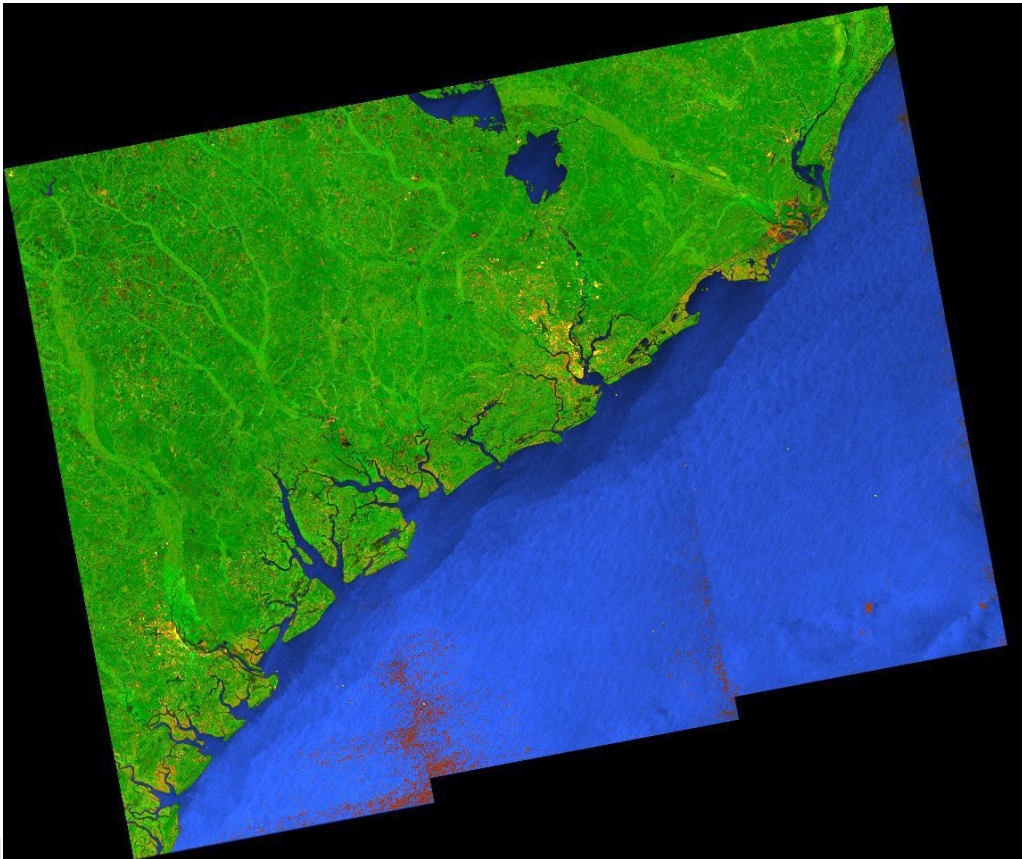




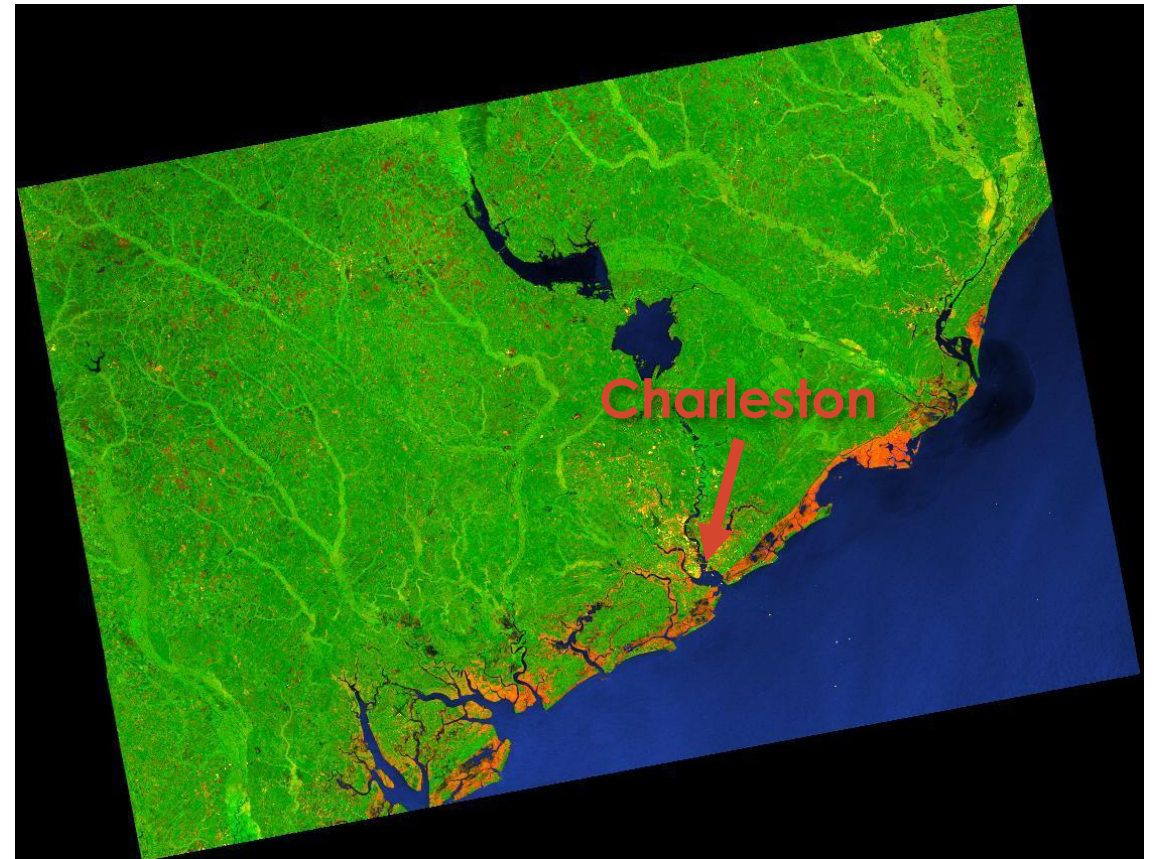
# El Huracán Matthew en la Costa Este de EE.UU. – Inundación Costera

## Imágenes del Radar Sentinel-1

4 oct. 2016  
(Antes del Evento)



16 oct. 2016  
(Después del Evento)





# Distorsiones Geométricas

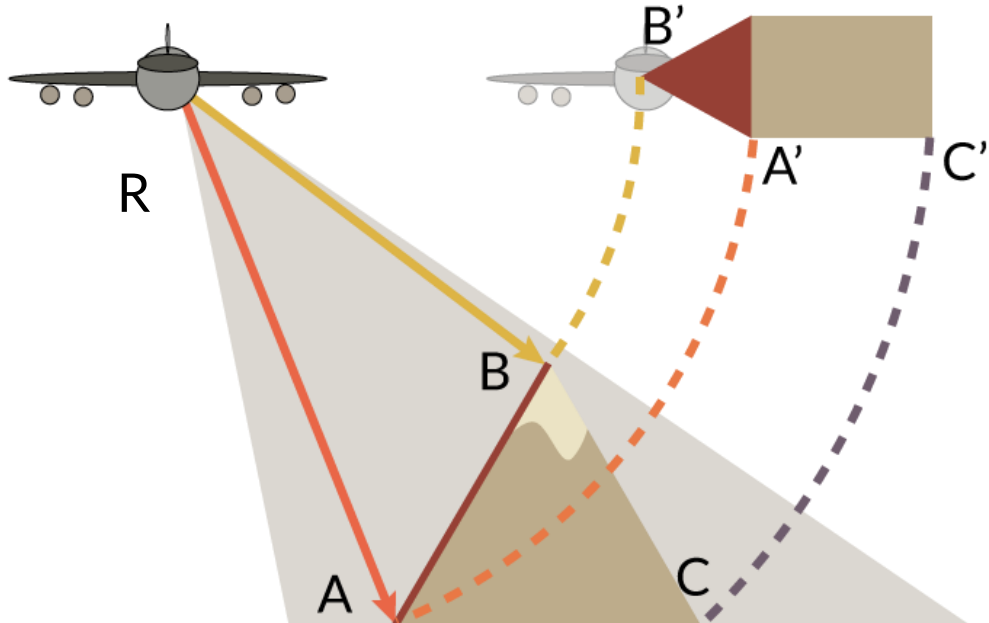
**Inversión por Relieve (Layover)**

$$AB = BC$$

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

$$RA > RB$$

$$RA' > RB'$$

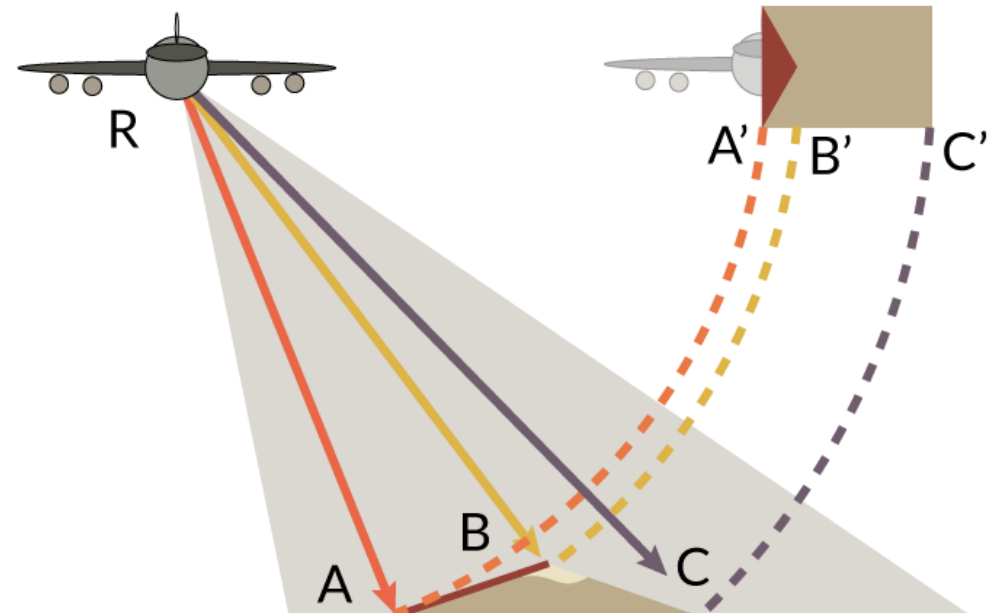


**Desplazamiento de Estructuras (Foreshortening)**

$$RA < RB < RC$$

$$AB = BC$$

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



Imágenes basadas en imágenes de la NRC

# Sombra

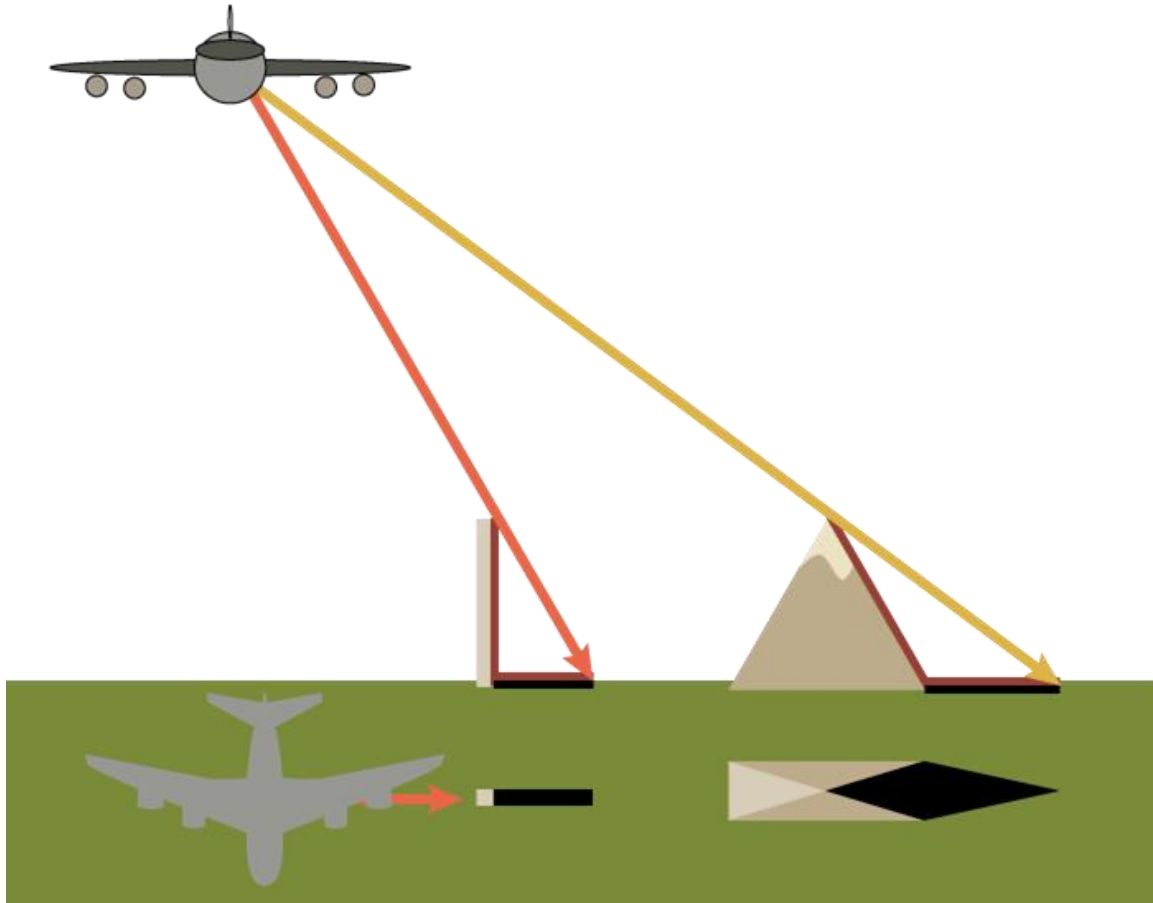
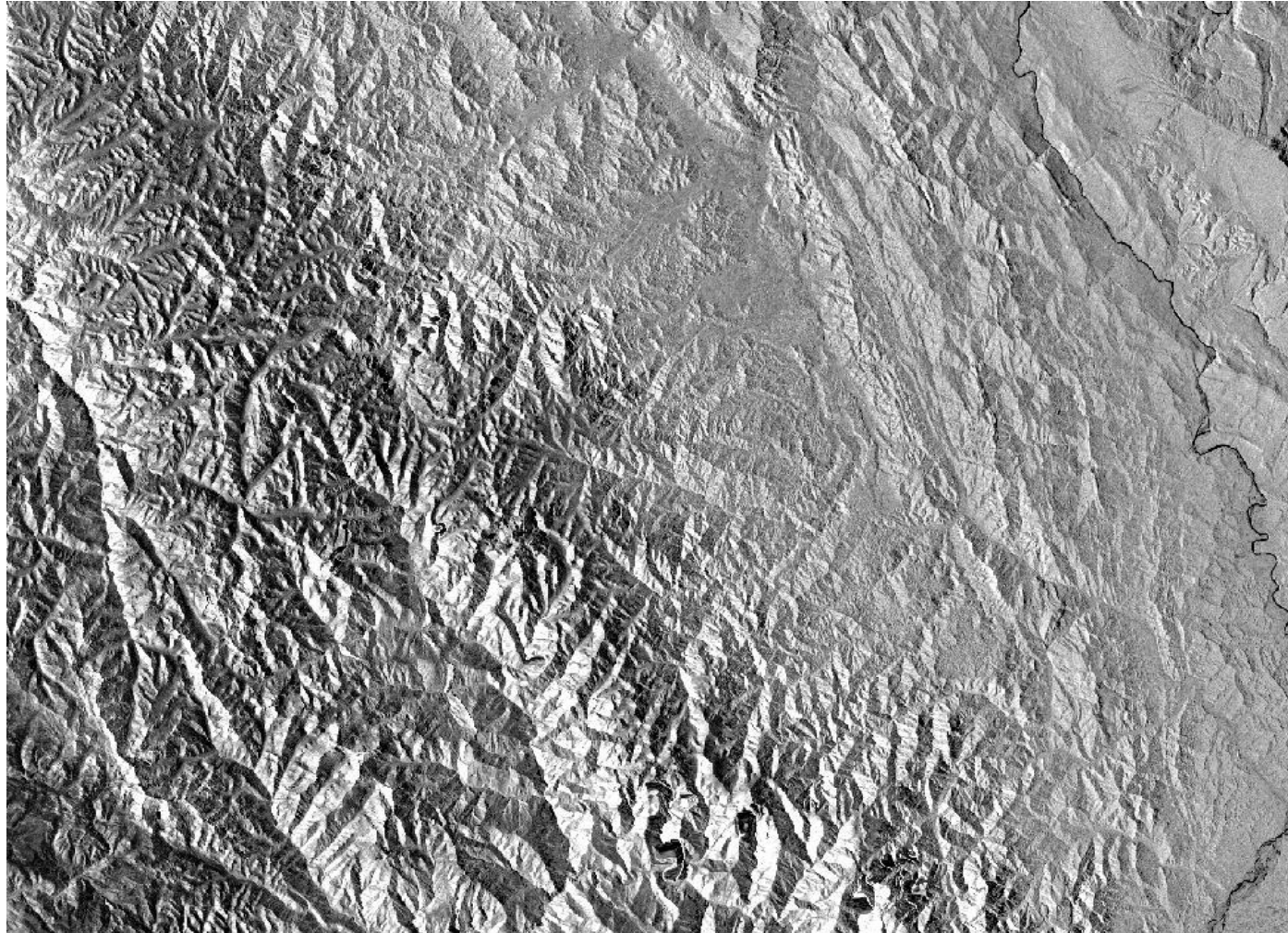


Imagen (izq.) basada en imágenes de la NRC



# Distorsión Radiométrica

## Imagen Radar de Sentinel-1 sobre los Andes



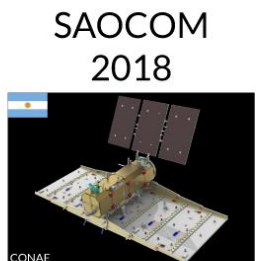
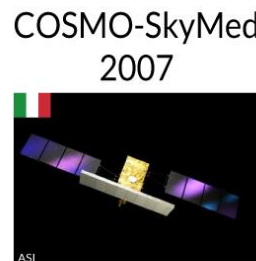
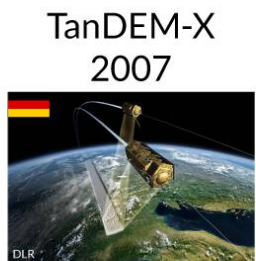


# Datos de Radar Disponibles

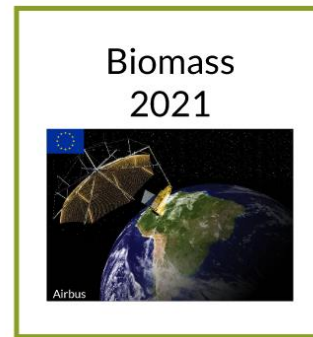
Antiguos:



Actuales:



Futuros:



de acceso libre

Fuente de la Imagen: Franz Meyer, Universidad de Alaska, Fairbanks

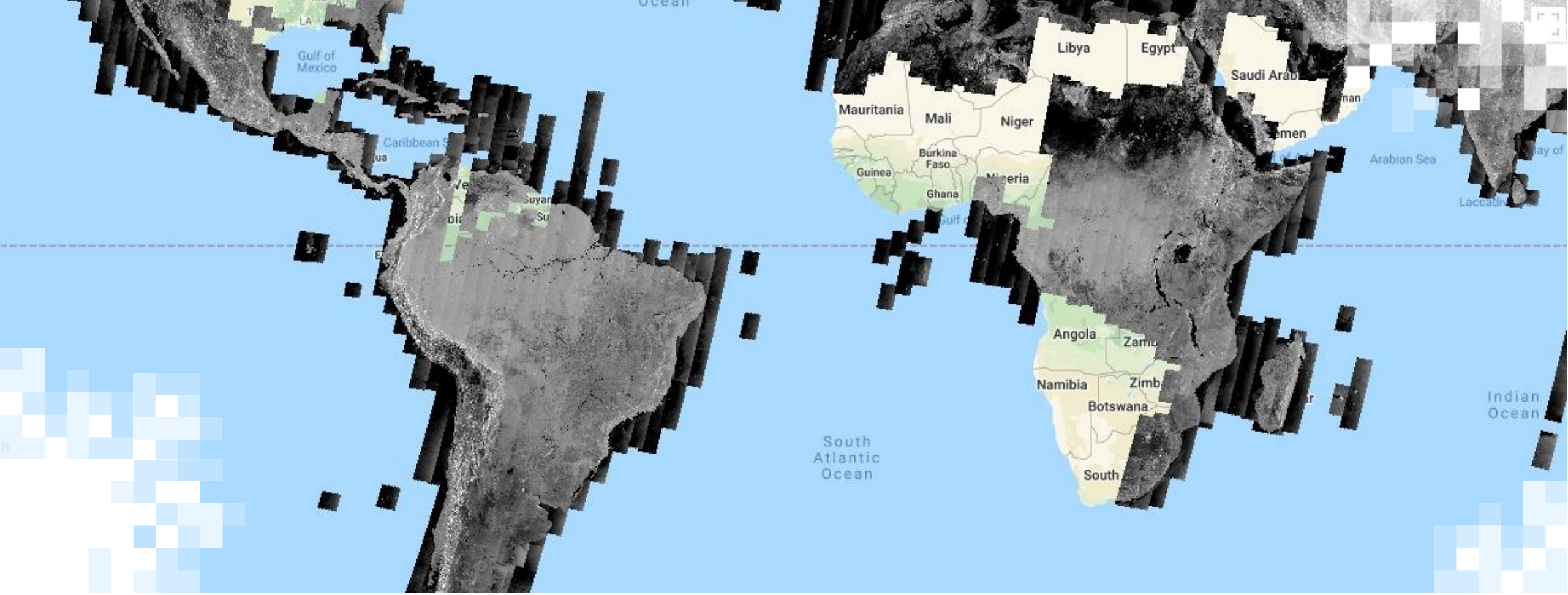
# NISAR - Una Misión de SAR de la NASA y la ISRO

- Resolución espacial alta (10-30 metros) y resolución temporal de 12 días
- Fecha de lanzamiento : finales del 2021/comienzos del 2022
- Radar de Apertura Sintética (SAR) de bandas L- y S
  - SAR de Banda-L de la NASA y SAR de Banda-S de ISRO
- 3 años de operaciones científicas
- Todos los datos científicos serán de acceso libre y gratuito

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 ≤ -23 db	Surface characterization of smooth surfaces

Diapositiva Cortesía de Paul Rosen (JPL)



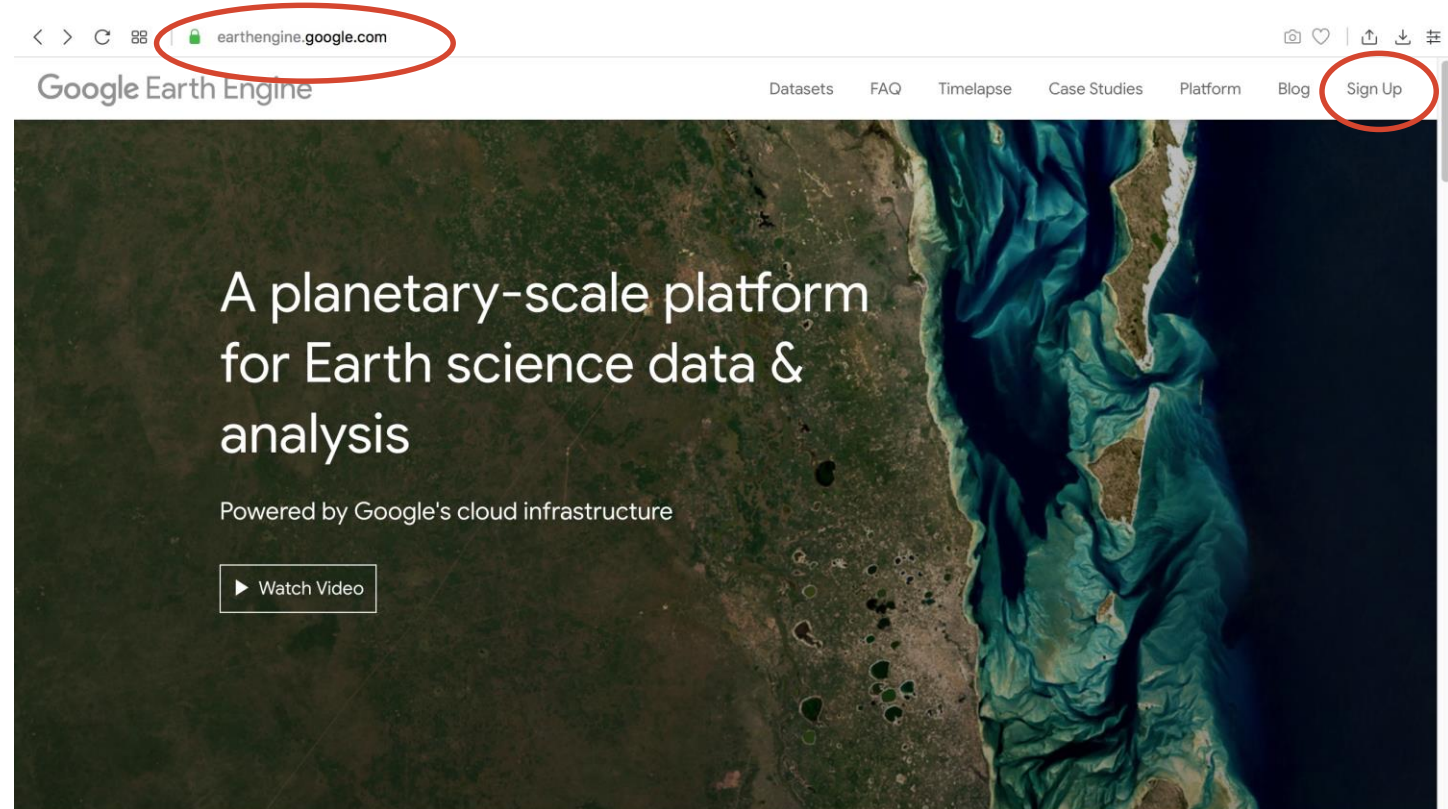


## Ejercicio Práctico con Google Earth Engine

# Google Earth Engine

<https://earthengine.google.com>

- Es una plataforma de procesamiento geoespacial en la nube
- Está disponible para científicos, investigadores y desarrolladores para estudios de nuestro planeta
- Contiene un catálogo de imágenes satelitales y conjuntos de datos geoespaciales (incluyendo Sentinel-1):
- <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/>
- Utiliza JavaScript – editor de código
- Puede abrir una cuenta (gratuita)



Meet Earth Engine



# Editor de Código en Google Earth Engine

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

The image shows a screenshot of the Google Earth Engine web interface. The interface is divided into several sections:

- Search for datasets or places:** A search bar at the top center.
- Script manager:** A sidebar on the left showing a list of scripts.
- API documentation:** A link in the top navigation bar.
- Asset manager:** A link in the top navigation bar.
- Code Editor:** The central area containing a code editor with a script for processing Sentinel-2 data. The text "Code Editor" is overlaid in large font.
- Inspector, Console, and Tasks:** A panel on the right side containing the Inspector, Console output, and Task manager.
- Map:** A satellite map at the bottom showing a geographical area. The text "Map" is overlaid in large font.
- Geometry Tools and Zoom:** A toolbar on the left side of the map.
- Layer manager:** A panel on the right side of the map.

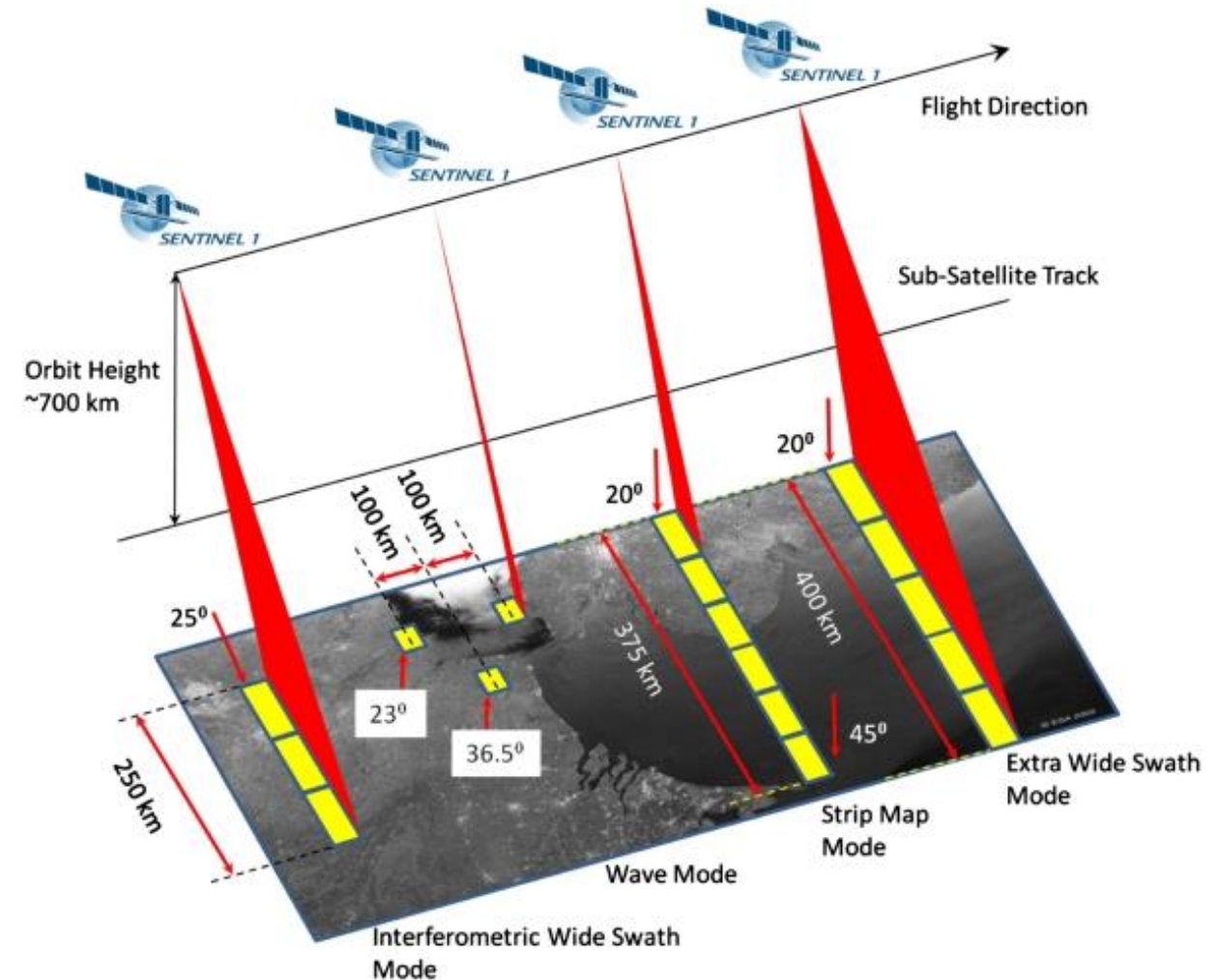
Arrows point from text labels to these specific components in the interface.

Fuente de la Imagen: [Google](https://code.earthengine.google.com)

# Datos Sentinel-1

## Dos satélites: A y B

- Datos en Banda-C
- Cada satélite tiene una cobertura global de cada 12 días
- Al utilizar ambos satélites la cobertura global es de 6 días sobre la línea ecuatorial



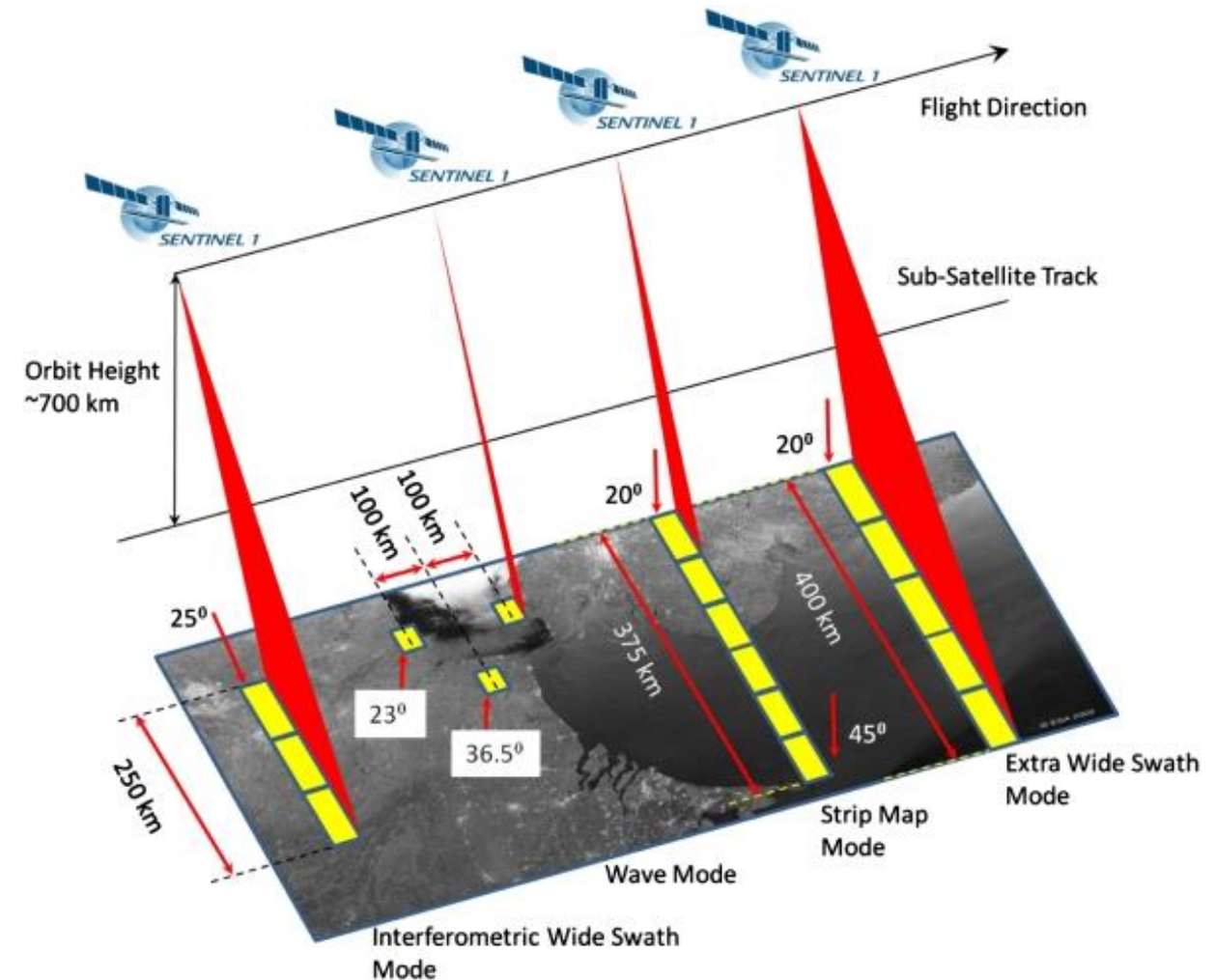
Fuente de la Imagen: [ESA](#)



# Datos Sentinel-1

## Diferentes Modos:

- Extra Wide Swath (barrido extra ancho) – para monitorear océanos y costas
- Strip Mode (Modo Franja) – solo por pedido especial (e.g. para desastres)
- Wave Mode (Modo Onda)– observaciones rutinas de los océanos
- *Interferometric Wide Swath (Barrido Ancho Interferométrico)* – observaciones rutinas de la cobertura terrestre **(este es el que deben utilizar para mapear inundaciones)**



Fuente de la Imagen: [ESA](#)

# Catálogo de Sentinel-1

[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS\\_S1\\_GRD](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S1_GRD)

The Sentinel-1 mission provides data from a dual-polarization C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument. This collection includes the S1 Ground Range Detected (GRD) scenes, processed using the Sentinel-1 Toolbox to generate a calibrated, ortho-corrected product. The collection is updated weekly.

This collection contains all of the GRD scenes. Each scene has one of 3 resolutions (10, 25 or 40 meters), 4 band combinations (corresponding to scene polarization) and 3 instrument modes. Use of the collection in a mosaic context will likely require filtering down to a homogenous set of bands and parameters. See [this article](#) for details of collection use and preprocessing. Each scene contains either 1 or 2 out of 4 possible polarization bands, depending on the instrument's polarization settings. The possible combinations are single band VV or HH, and dual band VV+VH and HH+HV:

1. VV: single co-polarization, vertical transmit/vertical receive
2. HH: single co-polarization, horizontal transmit/horizontal receive
3. VV + VH: dual-band cross-polarization, vertical transmit/horizontal receive
4. HH + HV: dual-band cross-polarization, horizontal transmit/vertical receive

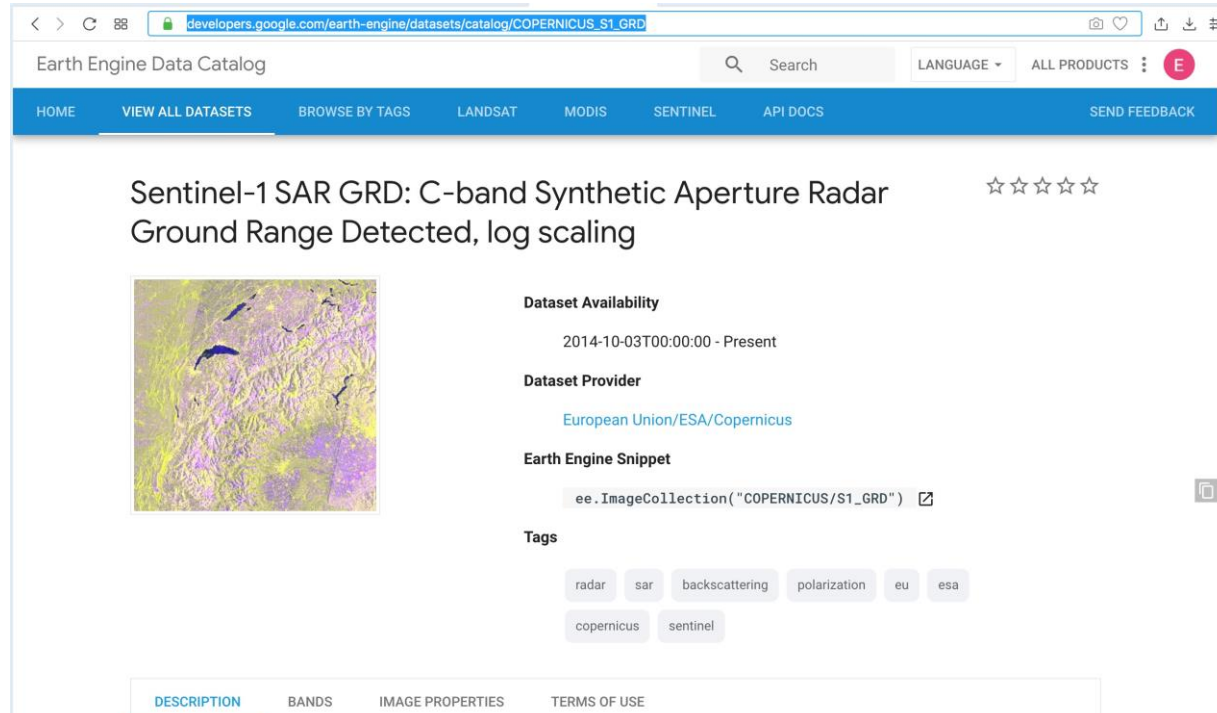
Each scene also includes an additional 'angle' band that contains the approximate viewing incidence angle in degrees at every point. This band is generated by interpolating the 'incidenceAngle' property of the 'geolocationGridPoint' gridded field provided with each asset.

Each scene was pre-processed with [Sentinel-1 Toolbox](#) using the following steps:

1. Thermal noise removal
2. Radiometric calibration
3. Terrain correction using SRTM 30 or ASTER DEM for areas greater than 60 degrees latitude, where SRTM is not available. The final terrain-corrected values are converted to decibels via log scaling ( $10 \cdot \log_{10}(x)$ ).

For more information about these pre-processing steps, please refer to the [Sentinel-1 Pre-processing article](#).

This collection is computed on-the-fly. If you want to use the underlying collection with raw power values (which is updated faster), see COPERNICUS/S1\_GRD\_FLOAT.

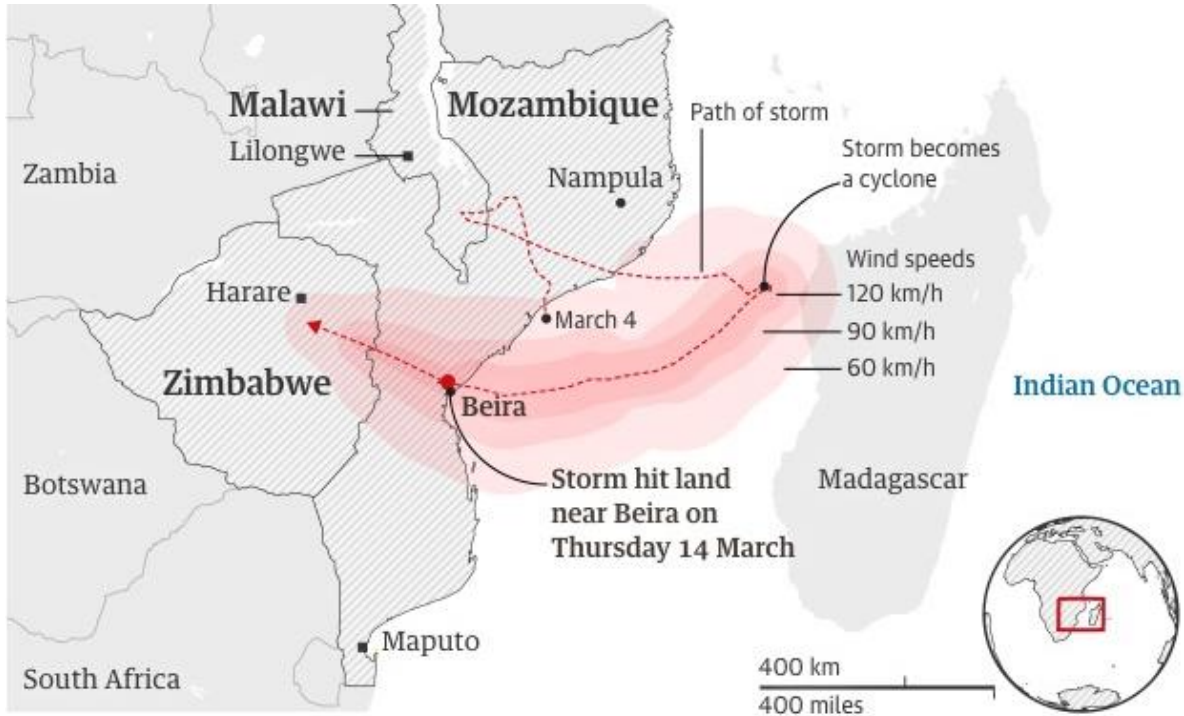


The screenshot shows the Earth Engine Data Catalog interface. The main heading is "Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling". Below the heading is a thumbnail image of a SAR radar image. To the right of the image, there are details about the dataset: "Dataset Availability" (2014-10-03T00:00:00 - Present), "Dataset Provider" (European Union/ESA/Copernicus), and "Earth Engine Snippet" (ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1\_GRD")). There are also tags for "radar", "sar", "backscattering", "polarization", "eu", "esa", "copernicus", and "sentinel". At the bottom, there are tabs for "DESCRIPTION", "BANDS", "IMAGE PROPERTIES", and "TERMS OF USE".



# Área de Enfoque

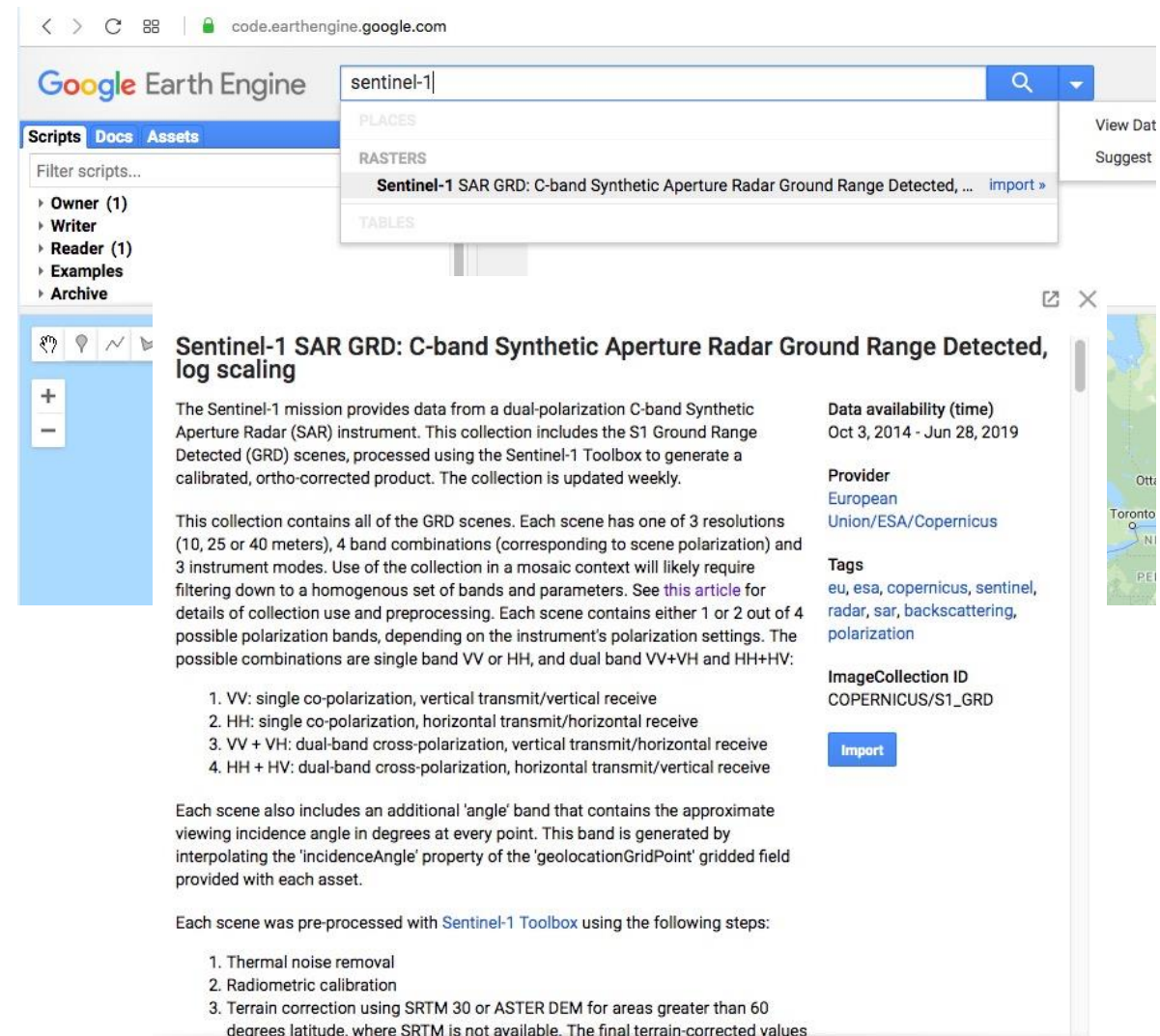
Nuestra demostración se enfoca en las inundaciones ocurridas en marzo de 2019 en Mozambique ocasionadas por el ciclón Idai



Fuente de las Imágenes: (izq.) Global Disaster Alert and Coordination System; (der.) Casas inundadas en el distrito Buzi fuera de Beira, Mozambique. Fuente: Reuters/Siphiwe Sibeko/Foto de Archivo

# Visualice los Datos de Sentinel-1

1. Empiece por abrir Google Earth Engine:  
<https://code.earthengine.google.com>
2. Busque datos Sentinel-1
3. Se abrirá una ventanilla con una descripción de los datos mostrando:
  - los pasos que se siguieron para procesar los datos (remoción de ruidos térmicos, calibración radiométrica, corrección topográfica)
  - Bandas y resolución
  - metadatos (los parámetros importantes son el modo y las propiedades orbitales – descendente o ascendente)



The screenshot shows the Google Earth Engine web interface. The search bar at the top contains the text "sentinel-1". Below the search bar, a dropdown menu displays search results under the "PLACES" and "RASTERS" categories. The "RASTERS" category is expanded, showing a result for "Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, ...". The main content area displays the details for this dataset, including a description, data availability, provider information, tags, and an "Import" button. The description explains that the Sentinel-1 mission provides data from a dual-polarization C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument, and that the collection includes S1 Ground Range Detected (GRD) scenes. It also lists the possible polarization bands and the preprocessing steps used for each scene.

**Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling**

The Sentinel-1 mission provides data from a dual-polarization C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument. This collection includes the S1 Ground Range Detected (GRD) scenes, processed using the Sentinel-1 Toolbox to generate a calibrated, ortho-corrected product. The collection is updated weekly.

This collection contains all of the GRD scenes. Each scene has one of 3 resolutions (10, 25 or 40 meters), 4 band combinations (corresponding to scene polarization) and 3 instrument modes. Use of the collection in a mosaic context will likely require filtering down to a homogenous set of bands and parameters. See [this article](#) for details of collection use and preprocessing. Each scene contains either 1 or 2 out of 4 possible polarization bands, depending on the instrument's polarization settings. The possible combinations are single band VV or HH, and dual band VV+VH and HH+HV:

1. VV: single co-polarization, vertical transmit/vertical receive
2. HH: single co-polarization, horizontal transmit/horizontal receive
3. VV + VH: dual-band cross-polarization, vertical transmit/horizontal receive
4. HH + HV: dual-band cross-polarization, horizontal transmit/vertical receive

Each scene also includes an additional 'angle' band that contains the approximate viewing incidence angle in degrees at every point. This band is generated by interpolating the 'incidenceAngle' property of the 'geolocationGridPoint' gridded field provided with each asset.

Each scene was pre-processed with [Sentinel-1 Toolbox](#) using the following steps:

1. Thermal noise removal
2. Radiometric calibration
3. Terrain correction using SRTM 30 or ASTER DEM for areas greater than 60 degrees latitude. where SRTM is not available. The final terrain-corrected values

**Data availability (time)**  
Oct 3, 2014 - Jun 28, 2019

**Provider**  
European Union/ESA/Copernicus

**Tags**  
eu, esa, copernicus, sentinel, radar, sar, backscattering, polarization

**ImageCollection ID**  
COPERNICUS/S1\_GRD

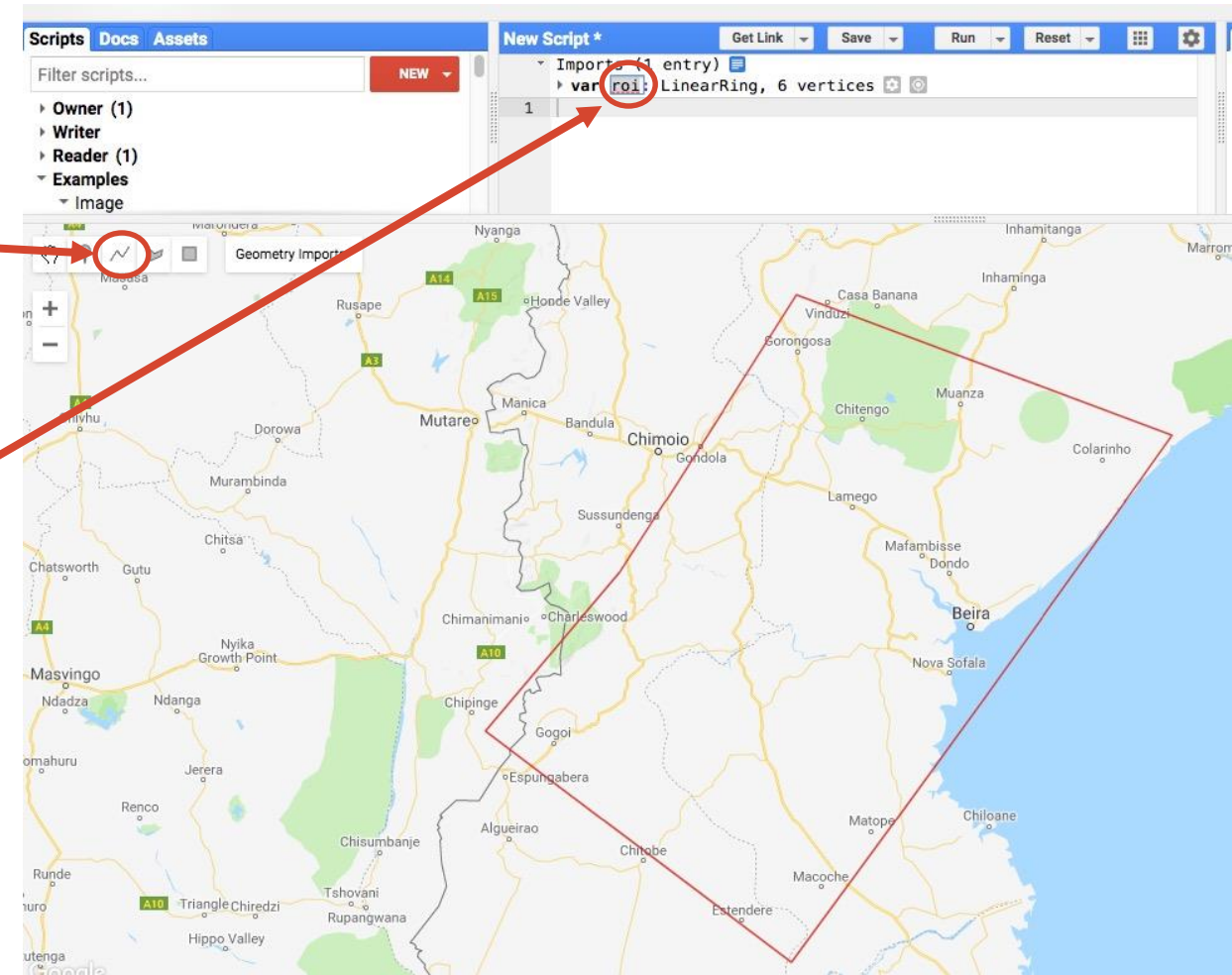
**Import**



# Seleccione su Área de Interés

## Defina su área de interés

4. Amplíe la zona de Beira en Mozambique
5. Seleccione el icono “draw a line”
6. Dibuje un rectángulo similar a este sobre el área de interés
7. Cámbie el nombre de “geometry” a “roi” (siglas de: region of interest) – tal como se le indica aquí



# Filtre los Datos Sentinel-1

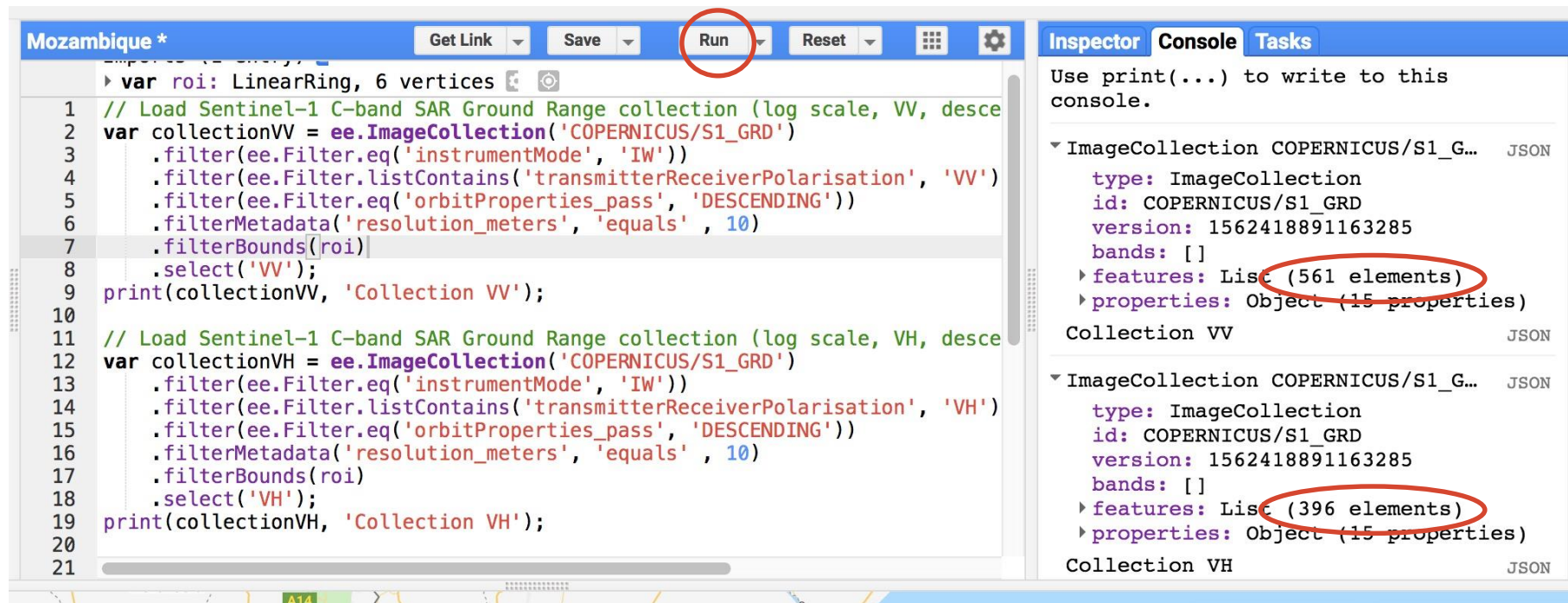
```
// Load Sentinel-1 C-band SAR Ground Range collection (log scale, VV, descending)
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
  .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
  .filterBounds(roi)
  .select('VV');
print(collectionVV, 'collection VV');
```

```
// Load Sentinel-1 C-band SAR Ground Range collection (log scale, VH, descending)
var collectionVH = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
  .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
  .filterBounds(roi)
  .select('VH');
print(collectionVH, 'collection VH');
```



# Filtre los Datos Sentinel-1

8. Copie el código de la diapositiva anterior al editor de código
9. Seleccione **Run** en el menú superior
  - La ventanilla derecha mostrará los resultados para VV y VH
  - El número de imágenes va a variar según el tamaño de su área de interés



The screenshot shows a code editor with the following JavaScript code:

```
var roi: LinearRing, 6 vertices
1 // Load Sentinel-1 C-band SAR Ground Range collection (log scale, VV, desce
2 var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
3   .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
4   .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
5   .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
6   .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
7   .filterBounds(roi)
8   .select('VV');
9 print(collectionVV, 'Collection VV');
10
11 // Load Sentinel-1 C-band SAR Ground Range collection (log scale, VH, desce
12 var collectionVH = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
13   .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
14   .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
15   .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
16   .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
17   .filterBounds(roi)
18   .select('VH');
19 print(collectionVH, 'Collection VH');
20
21
```

The console output shows the following JSON structure:

```
Use print(...) to write to this console.
ImageCollection COPERNICUS/S1_G... JSON
  type: ImageCollection
  id: COPERNICUS/S1_GRD
  version: 1562418891163285
  bands: []
  features: List (561 elements)
  properties: Object (15 properties)
Collection VV JSON
ImageCollection COPERNICUS/S1_G... JSON
  type: ImageCollection
  id: COPERNICUS/S1_GRD
  version: 1562418891163285
  bands: []
  features: List (396 elements)
  properties: Object (15 properties)
Collection VH JSON
```

# Filtre los Datos Sentinel-1 por Fecha

```
//Filter by date  
var beforeVV = collectionVV.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24');  
var afterVV = collectionVV.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21');  
var beforeVH = collectionVH.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24');  
var afterVH = collectionVH.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21');  
print(beforeVV, 'Before VV');  
print(afterVV, 'After VV');  
print(beforeVH, 'Before VH');  
print(afterVH, 'After VH');
```

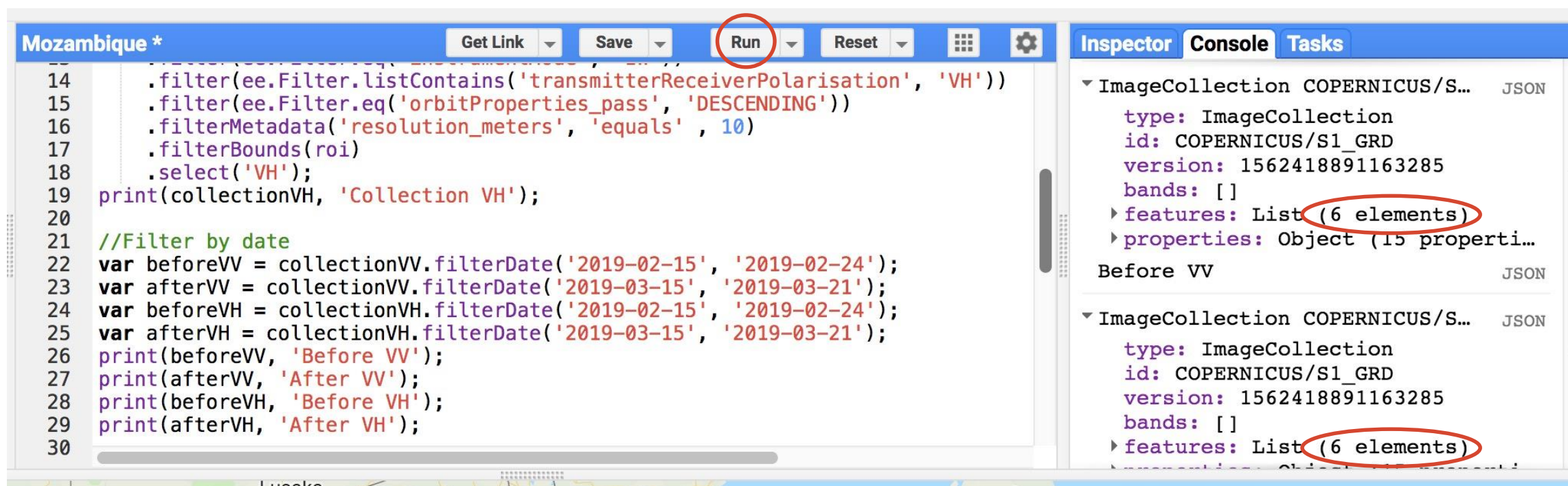


# Filtre los Datos Sentinel-1 por Fecha

10. Copie el código de la diapositiva anterior al editor de código

11. Seleccione **Run** en el menú superior

- La ventanilla derecha mostrará los resultados para: antes (VV y VH) 6 imágenes después (VV y VH) 6 imágenes



```
14 .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
15 .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
16 .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
17 .filterBounds(roi)
18 .select('VH');
19 print(collectionVH, 'Collection VH');
20
21 //Filter by date
22 var beforeVV = collectionVV.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24');
23 var afterVV = collectionVV.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21');
24 var beforeVH = collectionVH.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24');
25 var afterVH = collectionVH.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21');
26 print(beforeVV, 'Before VV');
27 print(afterVV, 'After VV');
28 print(beforeVH, 'Before VH');
29 print(afterVH, 'After VH');
30
```

Inspector Console Tasks

ImageCollection COPERNICUS/S... JSON

- type: ImageCollection
- id: COPERNICUS/S1\_GRD
- version: 1562418891163285
- bands: []
- features: List (6 elements)
- properties: Object (15 properti...

Before VV JSON

ImageCollection COPERNICUS/S... JSON

- type: ImageCollection
- id: COPERNICUS/S1\_GRD
- version: 1562418891163285
- bands: []
- features: List (6 elements)
- properties: Object (15 properti...

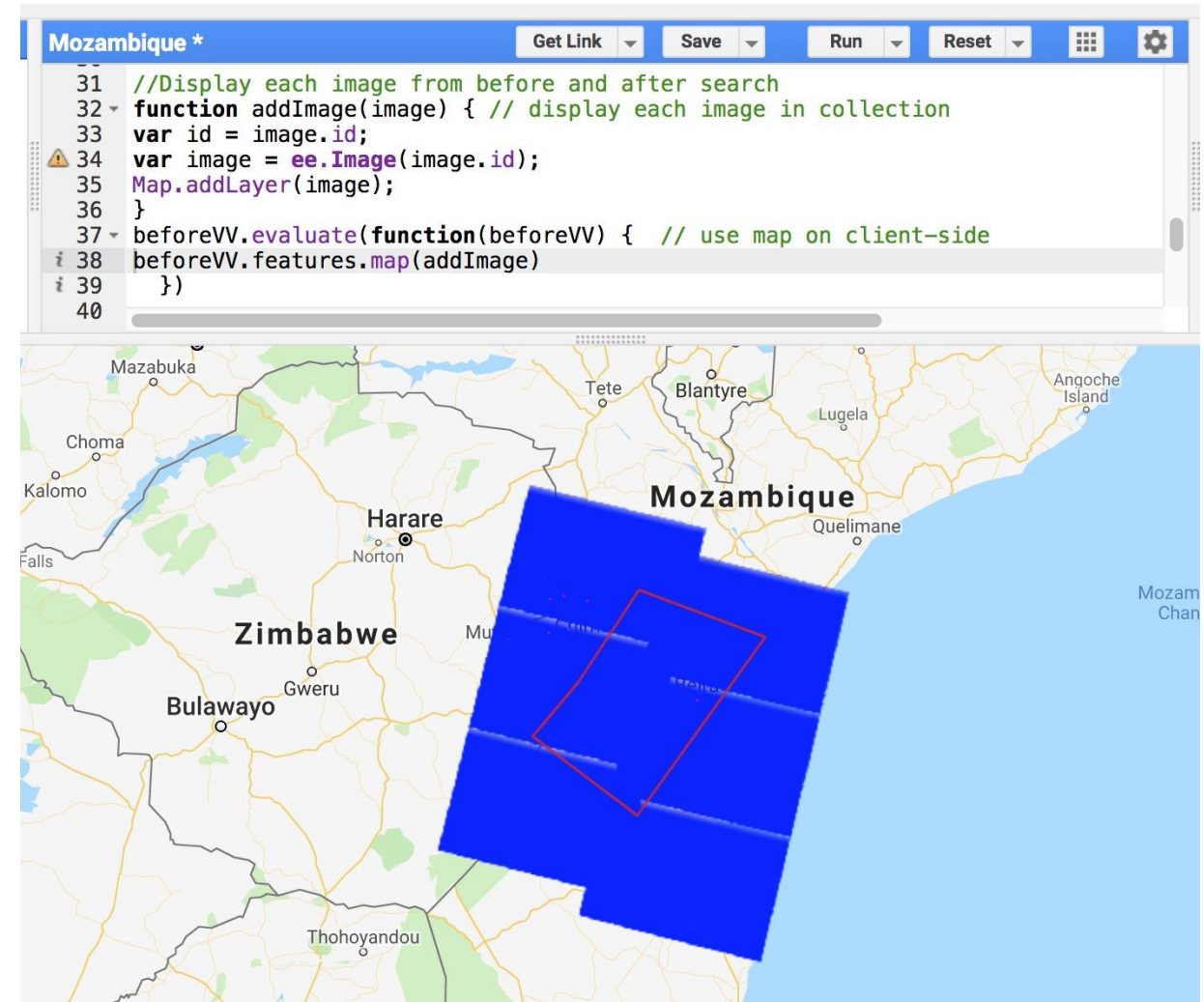
# Muestre los Datos Sentinel-1 por Fecha

```
//Display each image from before and after search
function addImage(image) { // display each image in collection
var id = image.id;
var image = ee.Image(image.id);
Map.addLayer(image);
}
beforeVV.evaluate(function(beforeVV) { // use map on client-side
beforeVV.features.map(addImage)
})
```



# Visualice las Imágenes Individuales

12. Copie el código anterior al editor de código
13. Seleccione **Run** en el menú superior
  - Habrán 6 imágenes de antes VV visualizadas



```
Mozambique *
Get Link Save Run Reset
31 //Display each image from before and after search
32 function addImage(image) { // display each image in collection
33   var id = image.id;
34   var image = ee.Image(image.id);
35   Map.addLayer(image);
36 }
37 beforeVV.evaluate(function(beforeVV) { // use map on client-side
38   beforeVV.features.map(addImage)
39 })
40
```

# Visualizar el Mosaico

## Filtrar los Datos Sentinel-1 por Fecha y Crear un Mosaico para Antes y Después

```
//Filter by date
var beforeVV = collectionVV.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24').mosaic();
var afterVV = collectionVV.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21').mosaic();
var beforeVH = collectionVH.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24').mosaic();
var afterVH = collectionVH.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21').mosaic();

// Display map
Map.centerObject(roi, 7);
Map.addLayer(beforeVV, {min:-15,max:0}, 'Before flood vV', 0);
Map.addLayer(afterVV, {min:-15,max:0}, 'After flood vV', 0);
Map.addLayer(beforeVH, {min:-25,max:0}, 'Before flood vH', 0);
Map.addLayer(afterVH, {min:-25,max:0}, 'After flood vH', 0);
```



# Visualice el Mosaico

14. Copie el código previo al editor de código
15. Seleccione **Run** en el menú superior
16. Vaya al panel de Layers (capas) en la parte superior derecha del mapa
17. Deseleccione todas las capas
18. Seleccione **Before flood VH**

The screenshot displays a web-based GIS application interface. At the top, there is a navigation bar with buttons for 'Get Link', 'Save', 'Run', and 'Reset'. Below this is a code editor with the following JavaScript code:

```
21 //Filter by date
22 var beforeVV = collectionVV.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24').mosaic();
23 var afterVV = collectionVV.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21').mosaic();
24 var beforeVH = collectionVH.filterDate('2019-02-15', '2019-02-24').mosaic();
25 var afterVH = collectionVH.filterDate('2019-03-15', '2019-03-21').mosaic();
26
27 // Display map
28 Map.centerObject(roi, 7);
29 Map.addLayer(beforeVV, {min:-15,max:0}, 'Before flood VV');
30 Map.addLayer(afterVV, {min:-15,max:0}, 'After flood VV');
31 Map.addLayer(beforeVH, {min:-25,max:0}, 'Before flood VH');
32 Map.addLayer(afterVH, {min:-25,max:0}, 'After flood VH');
33
```

On the right side, there is an 'Inspector' panel with a 'Console' tab. The console shows the following output:

```
Use print(...) to write to console.
ImageCollection COPERNICUS Collection VV
ImageCollection COPERNICUS Collection VH
```

Below the code editor is a map of Mozambique. A large, semi-transparent gray mosaic is overlaid on the map, representing the flood data. A red rectangle highlights a specific area within the mosaic. In the bottom right corner of the map, there is a 'Layers' panel with the following items:

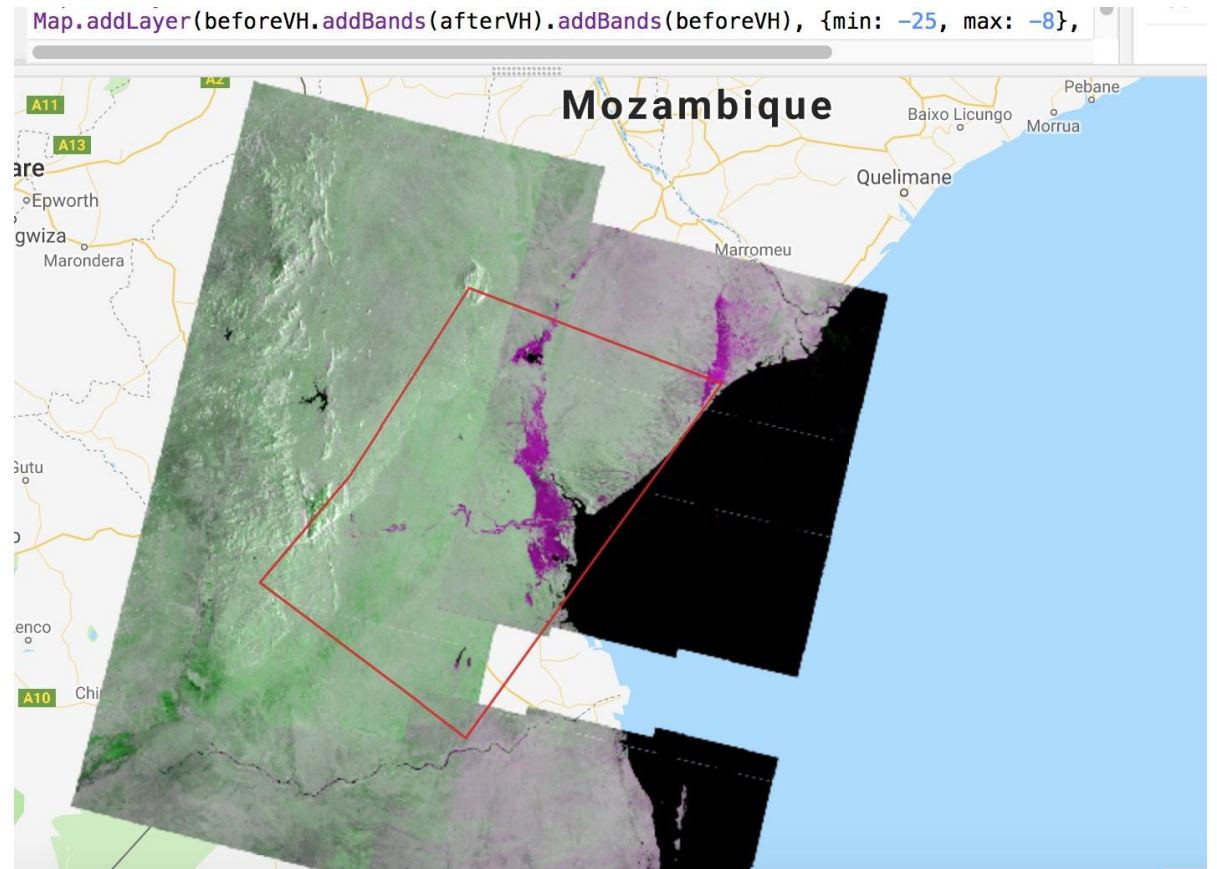
- After flood VH
- Before flood VH
- After flood VV
- Before flood VV

At the bottom right of the map, there is a copyright notice: 'Map data ©2019 AfriGIS (Pty) Ltd 50 km'.

# Visualizar RGB (rojo-verde-azul)

```
Map.addLayer(beforeVH.addBands(afterVH).addBands(beforeVH), {min: -25, max: -8},  
'BVH/AVV/AVH composite', 0);
```

19. Copie el código en la parte superior al editor de código
20. Seleccione **Run** en el menú superior
21. Vaya al panel de control de Layers (capas) en la parte superior derecha del mapa
22. Deseleccione todas las capas que tengan número (Layer 6, Layer 7, Layer 8 etc.)
23. Seleccione **BVH/AVV/AVH composite**





# Aplique un Filtro para el “Speckle”

```
//Apply filter to reduce speckle
var SMOOTHING_RADIUS = 50;
var beforeVV_filtered = beforeVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var beforeVH_filtered = beforeVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var afterVV_filtered = afterVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var afterVH_filtered = afterVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');

//Display filtered images
Map.addLayer(beforeVV_filtered, {min:-15,max:0}, 'Before Flood VV Filtered',0);
Map.addLayer(beforeVH_filtered, {min:-25,max:0}, 'Before Flood VH Filtered',0);
Map.addLayer(afterVV_filtered, {min:-15,max:0}, 'After Flood VV Filtered',0);
Map.addLayer(afterVH_filtered, {min:-25,max:0}, 'After Flood VH Filtered',0);
```

# Aplique el Filtro “Speckle”

24. Copie el código anterior al editor de código

25. Seleccione **Run** en el menú superior

26. Vaya al panel de Layers (capas)

27. Deseleccione todas las capas

28. Seleccione **Before flood VH** y **Before flood VH Filtered**

29. Amplíe un área específica y active y desactive las capas una por una

The screenshot displays a web-based code editor for Mozambique. The code editor contains the following JavaScript code:

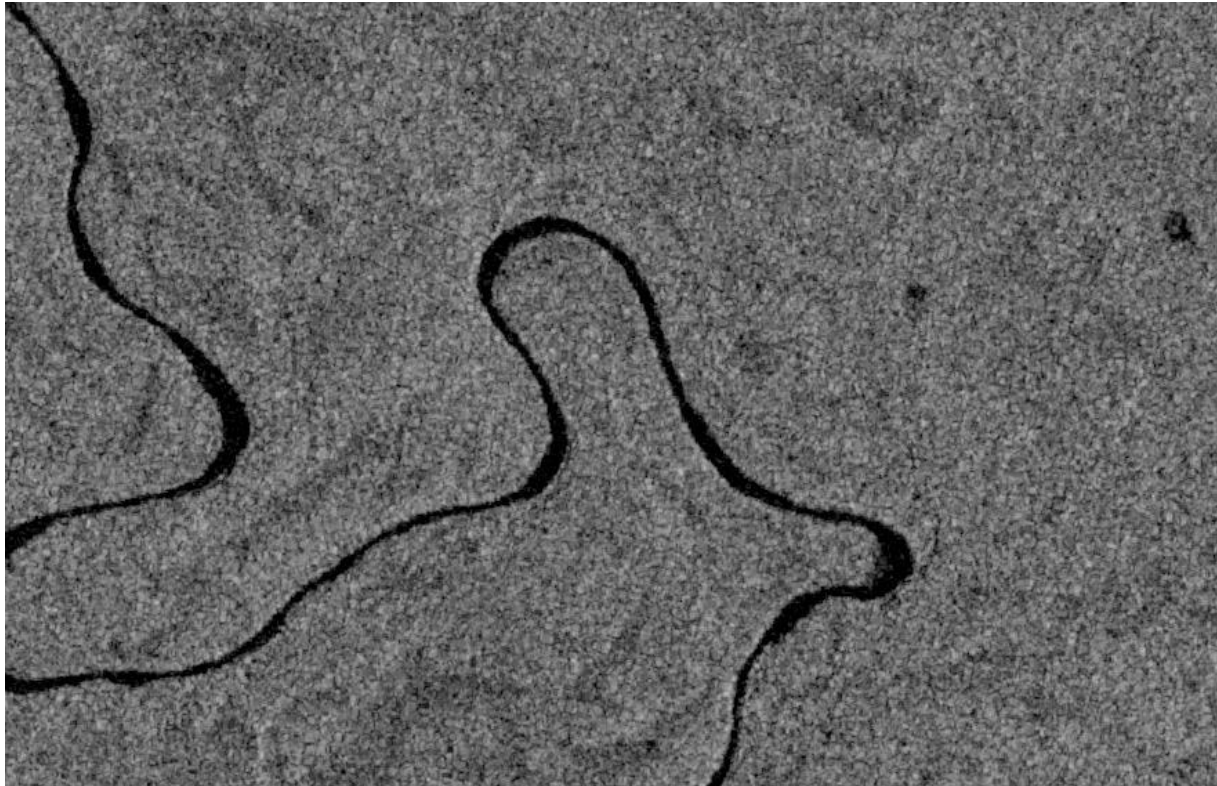
```
33 Map.addLayer(beforeVH.addbands(afterVH).addbands(beforeVH), {min: -25, max: 0}, 'BVH/AVV/AVH C');
34
35 //Apply filter to reduce speckle
36 var SMOOTHING_RADIUS = 50;
37 var beforeVV_filtered = beforeVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
38 var beforeVH_filtered = beforeVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
39 var afterVV_filtered = afterVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
40 var afterVH_filtered = afterVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
41
42 //Display filtered images
43 Map.addLayer(beforeVV_filtered, {min: -15, max: 0}, 'Before Flood VV Filtered', 0);
44 Map.addLayer(beforeVH_filtered, {min: -25, max: 0}, 'Before Flood VH Filtered', 0);
45 Map.addLayer(afterVV_filtered, {min: -15, max: 0}, 'After Flood VV Filtered', 0);
46 Map.addLayer(afterVH_filtered, {min: -25, max: 0}, 'After Flood VH Filtered', 0);
47
48 //var DIFF_UPPER_THRESHOLD = -3;
49
```

The map shows Mozambique with a red bounding box around Beira. The Layers panel on the right lists the following layers:

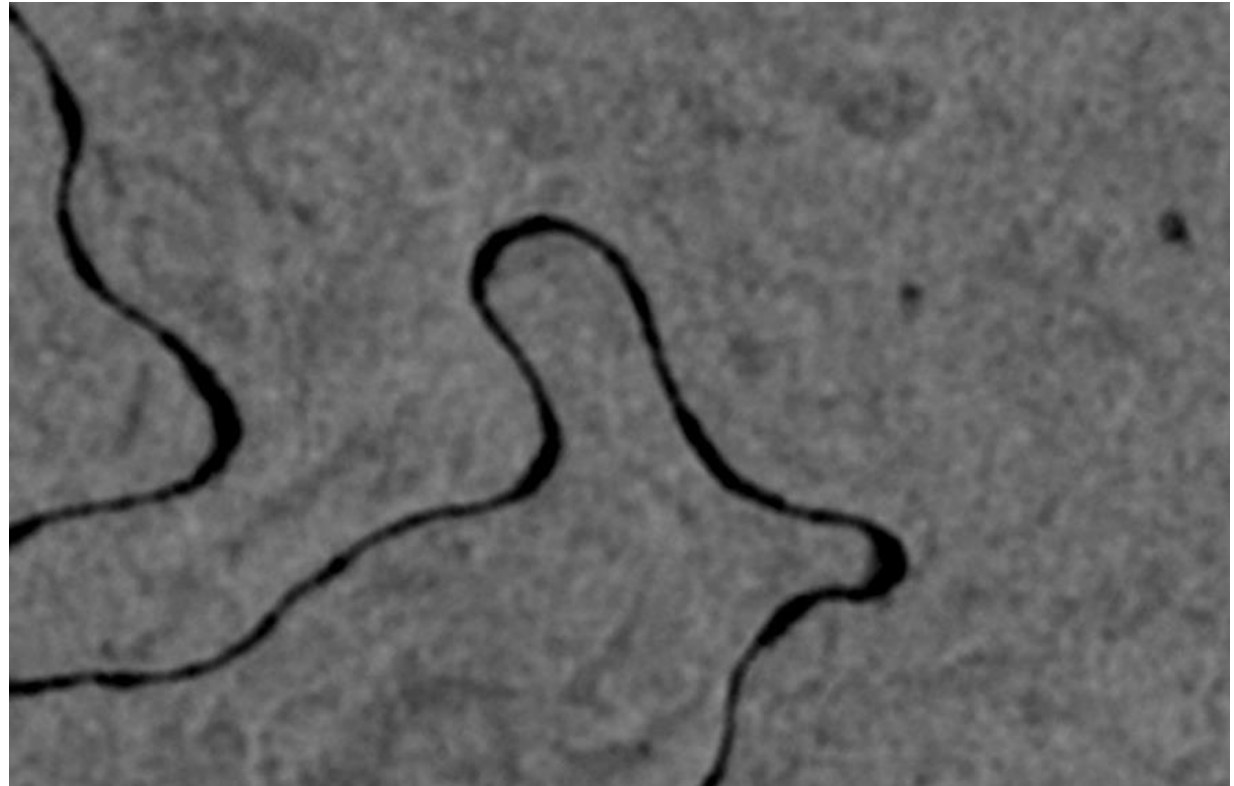
- After Flood VH Filtered
- After Flood VV Filtered
- Before Flood VH Filtered
- Before Flood VV Filtered
- BVH/AVV/AVH composite
- After flood VH
- Before flood VH
- After flood VV
- Before flood VV



# Resultado del Filtro para el “Speckle”



Original

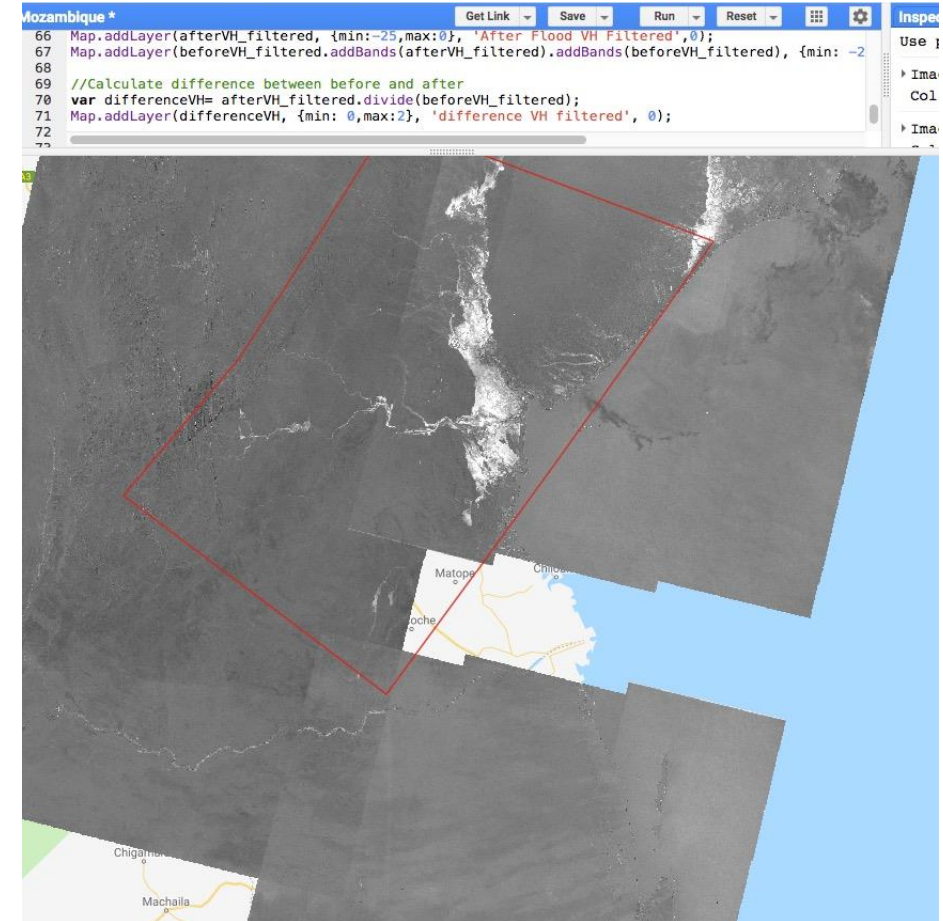


Con Filtro

# Calcular la Diferencia entre Antes y Después

```
// calculate difference between before and after  
var differenceVH=  
afterVH_filtered.divide(beforeVH_filtered);  
Map.addLayer(differenceVH, {min: 0,max:2},  
'difference VH filtered', 0);
```

30. Copie el código en la parte superior al editor de código
31. Seleccione **Run** en el menú superior
32. Vaya al panel de Layers (capas)
33. Deseleccione todas las capas
34. Seleccione **difference VH filtered**





# Aplique un Umbral

```
//Apply Threshold
```

```
var DIFF_UPPER_THRESHOLD = 1.25;
```

```
var differenceVH_thresholded = differenceVH.gt(DIFF_UPPER_THRESHOLD);
```

```
Map.addLayer(differenceVH_thresholded.updateMask(differenceVH_thresholded), {palette:"0000FF"}, 'flooded areas - blue', 1);
```

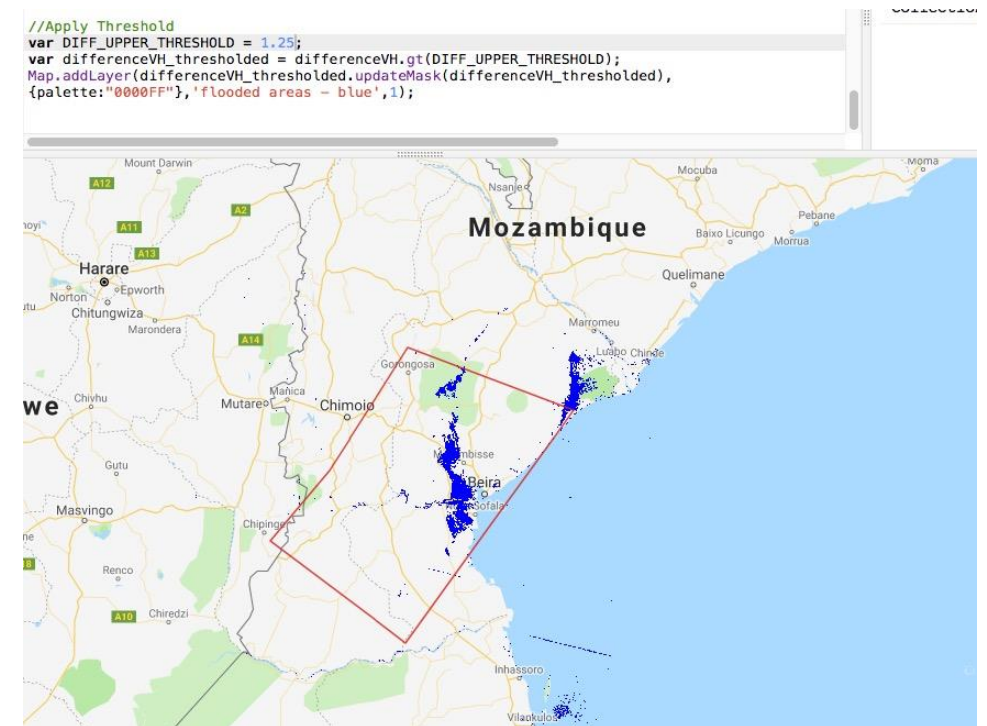
35. Copie el código en la parte superior al editor de código

36. Seleccione Run en el menú superior

37. Vaya al panel de Layers (capas)

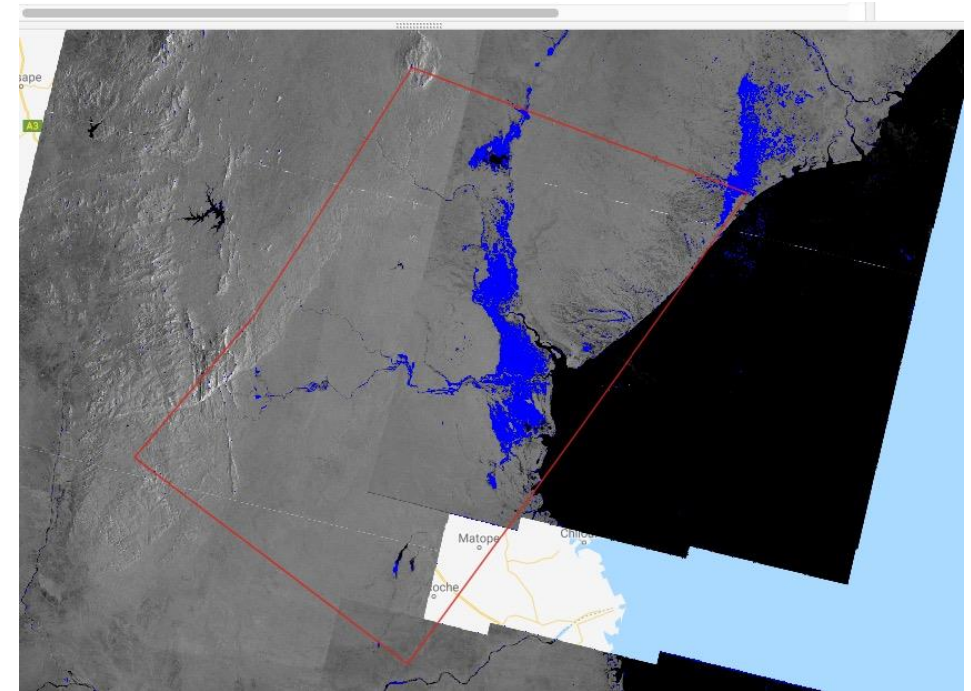
38. Deseleccione todas las capas

39. Seleccione **flooded areas - blue**

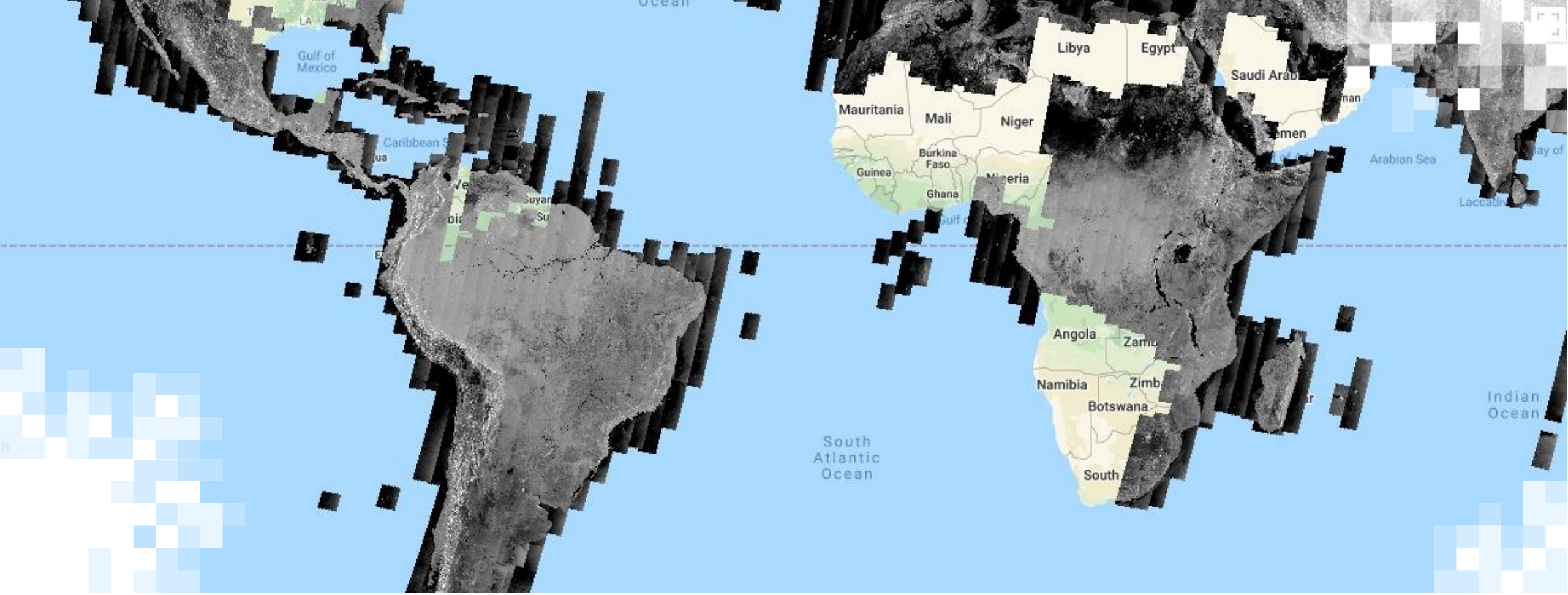


# Sobreponga la Imagen SAR

40. Vaya al panel de Layers (capas)
41. Deseleccione todas las capas
42. Seleccione **flooded areas – blue** y **After Flood VV Filtered**







GRACIAS

# Contactos

- ARSET- Desastres
  - Erika Podest: [erika.podest@jpl.nasa.gov](mailto:erika.podest@jpl.nasa.gov)
  - Amita Mehta: [amita.v.mehta@nasa.gov](mailto:amita.v.mehta@nasa.gov)
  - Sean McCartney: [sean.mccartney@nasa.gov](mailto:sean.mccartney@nasa.gov)
- Preguntas Generales sobre ARSET
  - Ana Prados: [aprados@umbc.edu](mailto:aprados@umbc.edu)
- Página Web de ARSET:
  - <http://arset.gsfc.nasa.gov>