

OBJETIVO.

Establecer los procedimientos para el monitoreo de inundaciones empleando la interfaz de Google Earth Engine, a escala menor detalle 1:100.000, utilizando como base la escala cartográfica para el ordenamiento, planificación y/o cuantificación de territorios, medio ambiente, suelos; establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en tanto la metodología de monitoreo de inundación se toma con base metodológica de de entrenamiento SAR para desastres y aplicaciones hidrológicas establecido por la National Aeronautics and Space Administration(NASA). sumado a la combinación de ambos procesos.

ALCANCE

Este instructivo tiene como alcance la interpretación de imágenes satelitales de mediana a alta resolución a una escala 1:100.000, con un entregable finalizando de mapas con zonas afectadas por inundaciones para que su posterior control de calidad sea complementa con fases de campo y análisis ópticos satelital; es necesario establecer que este análisis, lo que se busca es encontrar y comprobar que estas áreas inundables, si corresponden a procesos que fueron o fuese generado, este procedimiento o instructivo es de fácil uso ya que se puede aplicar para todos los funcionarios del área operativa (Unidad SIG) de la Fundación Cataruben.

GENERALIDADES

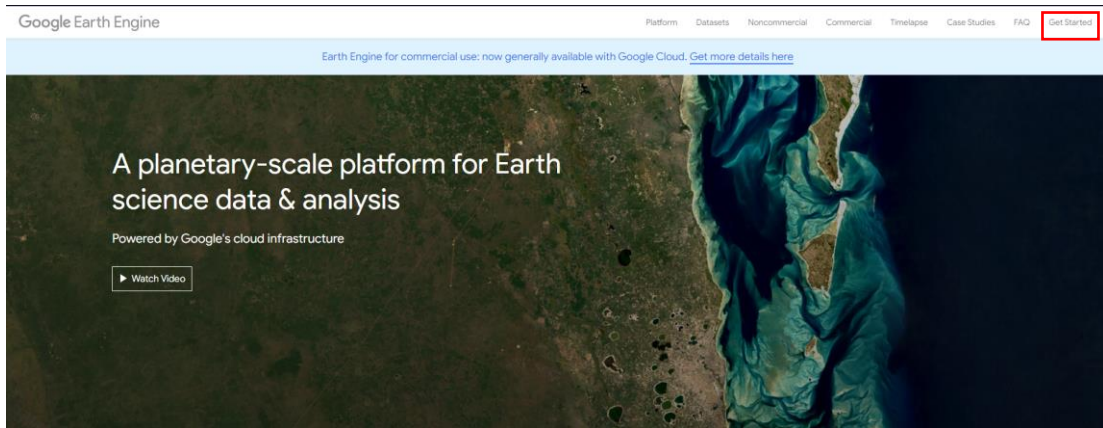
Desde el 2019 la National Aeronautics and Space Administration(NASA) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ha llevado a cabo la consolidación, entrenamiento y almacenamiento de información de imágenes satelitales de tipo radar con el fin de aportar insumos base que permite reconocer en temporalidad e histórico, la áreas donde se presentaron inundaciones esto con el fin de que sirva como datos base para proyectos de monitoreo de procesos de inundaciones cuyo fin es identificar qué tipos de coberturas fueron afectadas durante periodos de abundante lluvia.

Al aplicar la metodología de entrenamiento SAR para detección de desastres y aplicaciones hidrológicas, nos permite generar un modelo de inundación, esto para poder analizar, describir y definir aquellas cobertura de la tierra que han sido afectadas a los largo del tiempo por fuertes lluvias; con esto ya ser interpretadas a partir de imágenes satelitales radar de alta resolución para el análisis geoespacial de cada área de estudio.

PROCEDIMIENTO

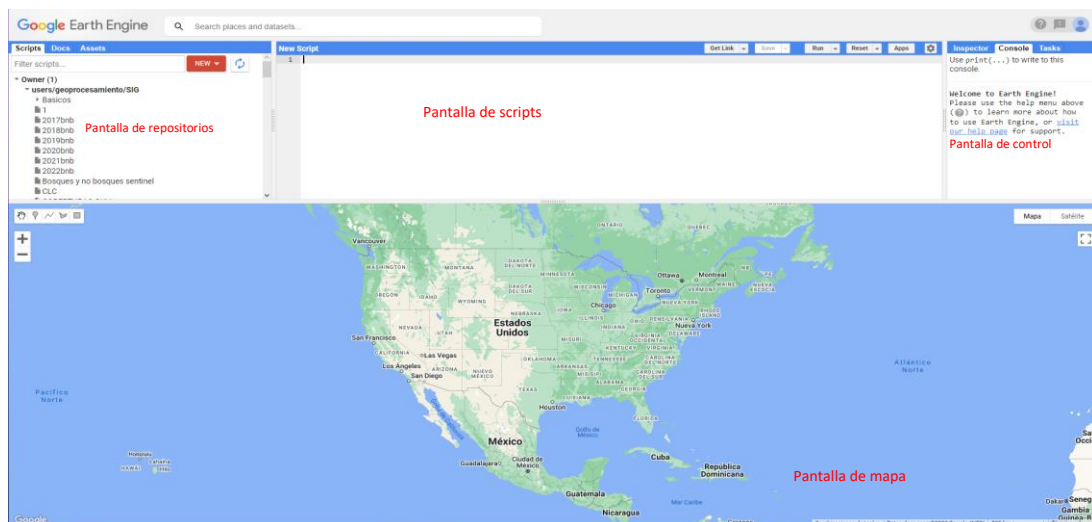
1. Registro de Google Earth Engine (GEE)

- 1.1 Ingresamos al siguiente enlace <https://earthengine.google.com> , siguiendo con esto le damos en la parte superior derecha le damos get started; tal como se muestra en la figura que se muestra a continuación.



1.2 Se ingresan los datos del formulario que le exige el programa; Cabe resaltar que para utilizar GEE se requiere de una cuenta de Google si ya la tiene creada salte al paso #4.

1.3 Una vez registrado, esperar a que le llegue un correo de confirmación por parte de Google; una vez confirmado, se procede a ingresar a la interfaz gráfica de GEE. Se observan cuatro pantallas de izquierda a derecha: pantalla de repositorios, la pantalla de scripts, la pantalla de mapa y la pantalla de control.



2) Descripción del entorno de google earth engine

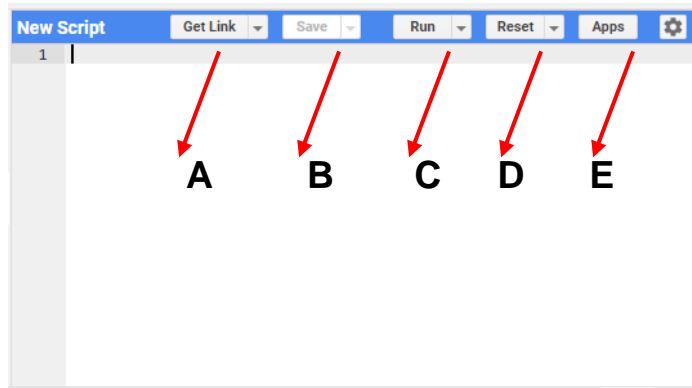
2.1 Pantalla de repositorios

En esta pantalla se crean los archivos o biblioteca de los códigos; para ello seleccionamos NEW y elegimos file para crear el archivo, si no tiene creado un repositorio y carpeta debe crear una a una para que al momento de guardar sus códigos queden guardados



2.2 Pantalla de scripts

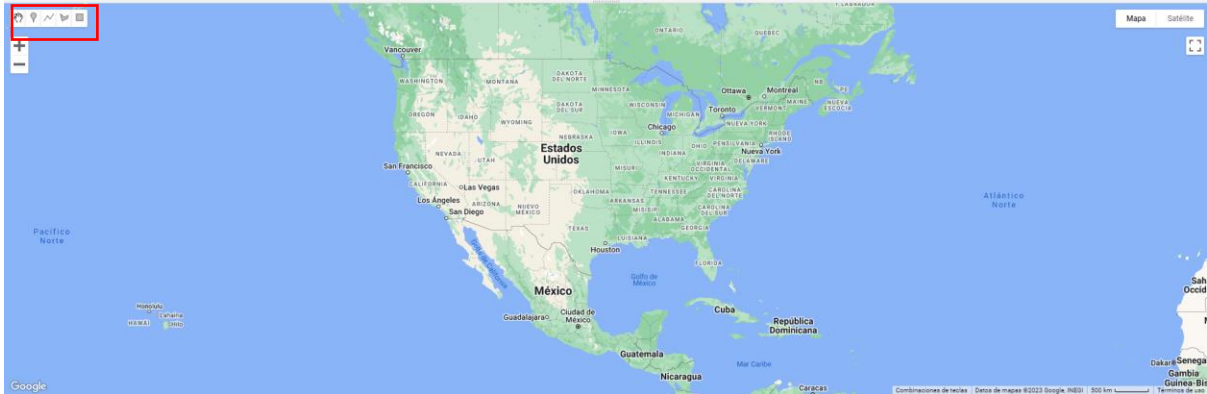
En esta pantalla se muestran todos los procesos ejecutados por los usuarios al ejecutar el código.



- A) Permite compartir el código por medio de un enlace.
- B) Permite guardar el código de cada vez que lo modifiques.
- C) Ejecuta todo el código que tienes en esta pantalla.
- D) Permite borrar o parar la ejecución del código.
- E) Permite crear aplicaciones a partir del código realizado.

2.3 Pantalla de Mapa

En esta pantalla es donde se visualiza lo indicado en la pantalla scripts, claramente hay que indicar con la función Map.addLayer para que esta se pueda visualizar.



Lo que se evidencia en el recuadro rojo son todos los tipos de figuras que se pueda utilizar para crear dentro de la pantalla de mapa.

2.4 Pantalla de control

En esta pantalla contiene 3 procesos que nos da las salidas al momento de realizar la ejecución del código; dentro de esta pantalla tenemos:

2.4.1 Consola

Nos permite visualizar si el código presenta algún error o algún fallo en la sintaxis.

2.4.2 Inspector

Permite consultar los valores que tienen los mapas al momento de ejecutar el código.

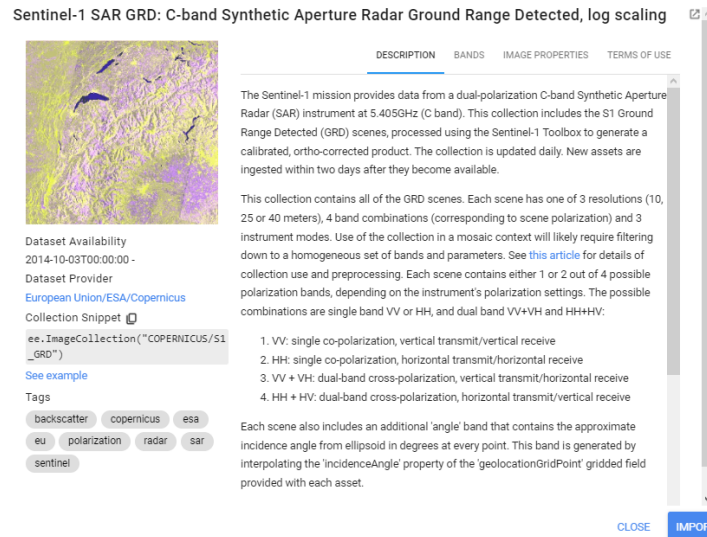
2.4.3 Tasks

Esta nos da las salidas gráficas que se tiene en el código cuando se va a exportar o cuando se añade un diagrama que tiene por predeterminada el GEE.

3) Modelo mapeo inundaciones

3.1 Selecciona, dibuja importa el área a analizar

Inicialmente se procede a cargar el polígono o área a estudiar o analizar y lo llamamos roj; una vez tenido esto se procede a elegir el satélite Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling que es un satélite de tipo radar perteneciente al programa de observación Copernicus.



3.2 Identificar y ejecutar entradas de usuario

Una vez seleccionado e importado el satélite se procede a realizar un proceso de filtrado mediante la función `ee.Filter.eq()` o `ee.Filter.listContains()` de bandas VV y VH; estas se filtran por el instrumento IW (Interferometric Wide swath), por el receptor de polaridad transmitida VV Y VH, por el receptor de órbita ya sea ascendente o descendente cualquiera de esas dos mencionadas anteriormente (ASCENDING or DESCENDING) en este caso se usa la descending, también se filtra por la resolución de los datos y por último se filtra por el área anteriormente cargada y se selecciona que tipo de banda de polaridad se va usar (VV o VH), cabe aclarar que para este análisis toca usar las dos bandas tanto VV como VH todo se resumen en el siguiente código:

// Filtre los Datos Sentinel-1

```
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')) //O ASCENDING
  .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
  .filterBounds(table)
  .select('VV');
print(collectionVV, 'Collection VV');
```

```
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')) //O ASCENDING
  .filterMetadata('resolution_meters', 'equals', 10)
  .filterBounds(table)
  .select('VH');
print(collectionVH, 'Collection VH');
```

Inspector	Console	Tasks
Use print(...) to write to this console.		
ImageCollection COPERNICUS/S1_GRD (417 elements)	JSON	
Collection VV	JSON	
ImageCollection COPERNICUS/S1_GRD (332 elements)	JSON	
Collection VH	JSON	

3.3 Realización del mosaico del área que se importó o realizo

3.3.1 Filtre los Datos del mosaico Sentinel-1 por Fecha

Luego de aplicar filtrados a la zona de interés se procede a realizar el filtrado por fechas con la función `.filterDate()` en este caso se hace 2 filtrados, la primera por la fecha de posible época de sequía mientras que la segunda fecha corresponde a una fecha de posterior suceso de fuerte lluvia, recordar que este proceso se hace para ambas bandas importadas para que todo esto ocurra se sigue el siguiente código.

```
var beforeVV = collectionVV.filterDate('AAAA-MM-DD', 'AAAA-MM-DD').mosaic(); // <--- Ingrese las fechas de antes y despues
```

```
var afterVV = collectionVV.filterDate('AAAA-MM-DD', 'AAAA-MM-DD').mosaic(); // <--- Ingrese las fechas de antes y despues
```

```
var beforeVH = collectionVH.filterDate('AAAA-MM-DD', 'AAAA-MM-DD').mosaic(); // <--- Ingrese las fechas de antes y despues
```

```
var afterVH = collectionVH.filterDate('AAAA-MM-DD', 'AAAA-MM-DD').mosaic(); // <--- Ingrese las fechas de antes y despues
```

3.3.2 Imprimir el tipo de banda

una vez tenido filtrado de estas imágenes radar se realiza el mosaico de las imágenes, esto se hace mediante la función. `mosaic()` importado la colección de imágenes en la zona, se procede a realizar un enmascaramiento de las nubes dentro de las colecciones de imágenes que se encuentran en la zona esto con el fin de eliminar interferencias espaciales; para esto se usa el siguiente código:

```
print(beforeVV, 'Before VV');
```

```
print(afterVV, 'After VV');
```

```
print(beforeVH, 'Before VH');
```

```
print(afterVH, 'After VH');
```

Inspector	Console	Tasks
Use print(...) to write to this console.		
ImageCollection COPERNICUS/S1_GRD (417 elements)	JSON	
Collection VV	JSON	
ImageCollection COPERNICUS/S1_GRD (332 elements)	JSON	
Collection VH	JSON	
Image (1 band)	JSON	
Before VV	JSON	
Image (1 band)	JSON	
After VV	JSON	
Image (1 band)	JSON	
Before VH	JSON	
Image (1 band)	JSON	
After VH	JSON	

3.3.3 Recorta los mosaicos a la geometría

Se procede a añadir todas estas imágenes al interfaz o pantalla de mapa con la función Map.addLayer, esto con el fin de visualizar estos mosaicos creados a partir de las distintas bandas VV y VH y sus filtrados

```
beforeVV = beforeVV.clip(table);
```

```
afterVV = afterVV.clip(table);
```

```
beforeVH = beforeVH.clip(table);
```

```
afterVH = afterVH.clip(table);
```

3.3.4 Agrega las imágenes al interfaz de mapa y centrado

```
Map.centerObject(table, 7); // Centra el mapa en la geometría "table"
```

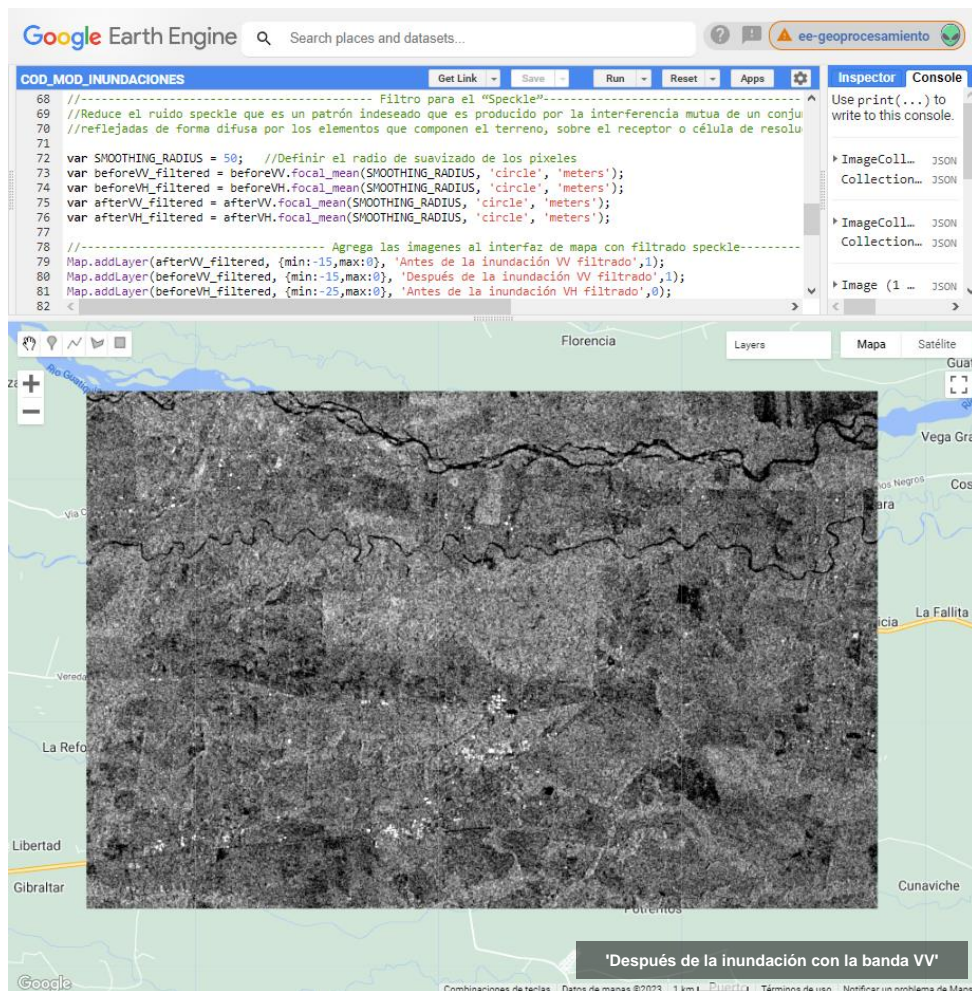
```
Map.addLayer(beforeVV, {min: -15, max: 0}, 'Despues de la inundación con la banda VV', 0);
```

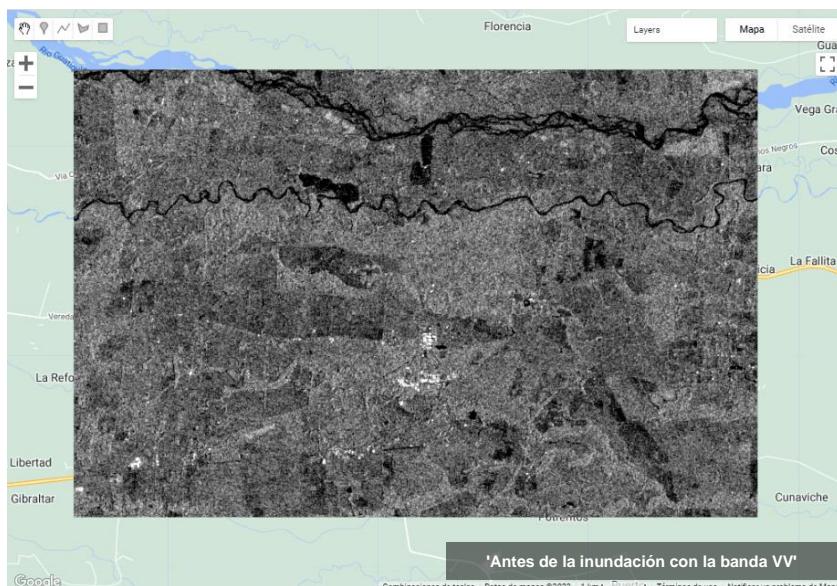
```
Map.addLayer(afterVV, {min: -15, max: 0}, 'Antes de la inundación con la banda VV', 0);
```

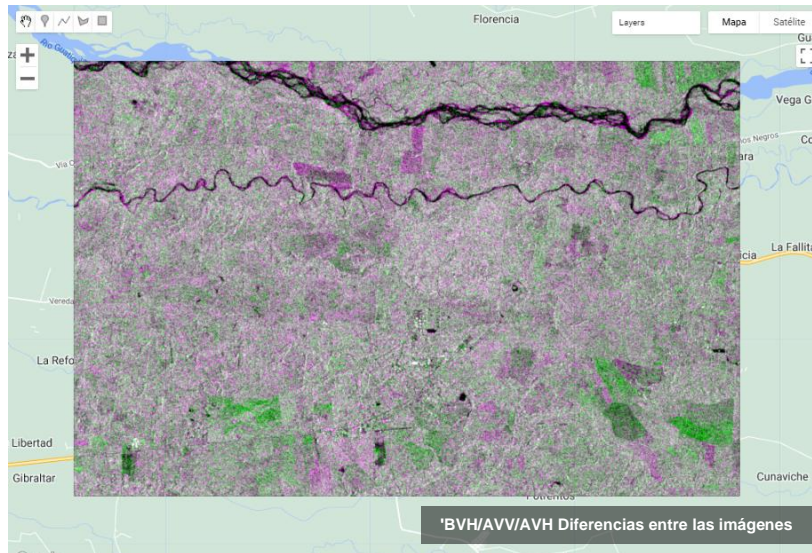
```
Map.addLayer(beforeVH, {min: -25, max: 0}, 'Despues de la inundación con la banda VH', 0);
```

```
Map.addLayer(afterVH, {min: -25, max: 0}, 'Antes de la inundación con la banda VH', 0);
```

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







3.3.5 Filtro para el “Speckle”

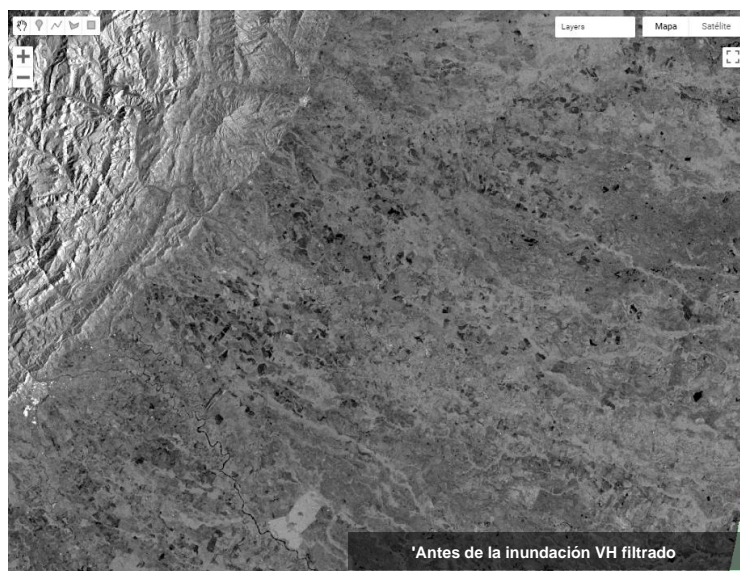
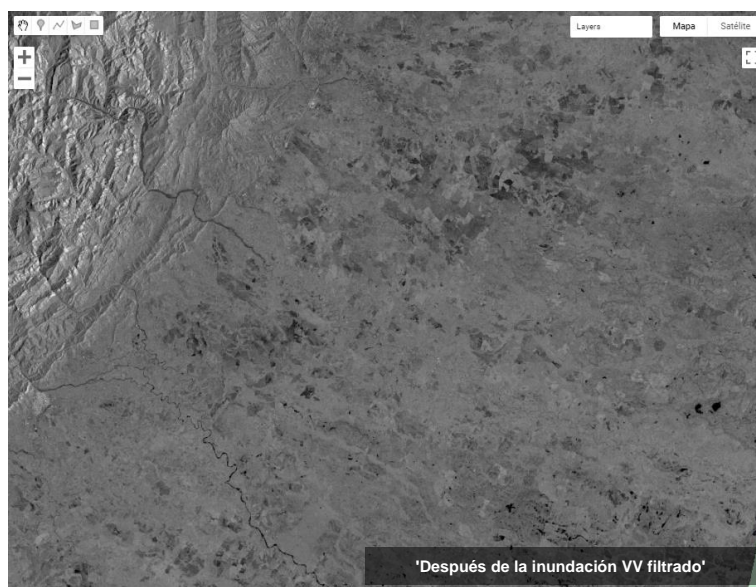
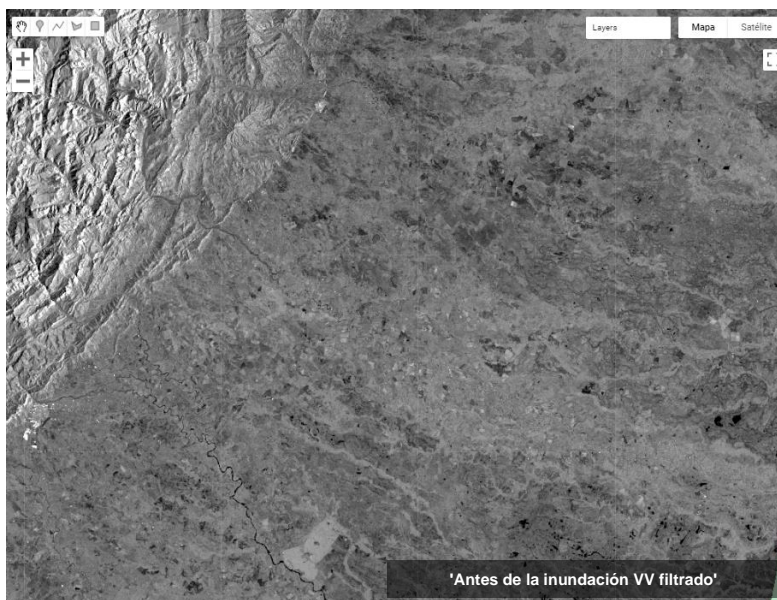
Una vez creados los mosaicos se procede a realizar un filtrado “Speckle” o bien denominado filtrado de sal y pimienta a un radio de 50 píxeles con el fin de que estos mosaicos queden más limpios.

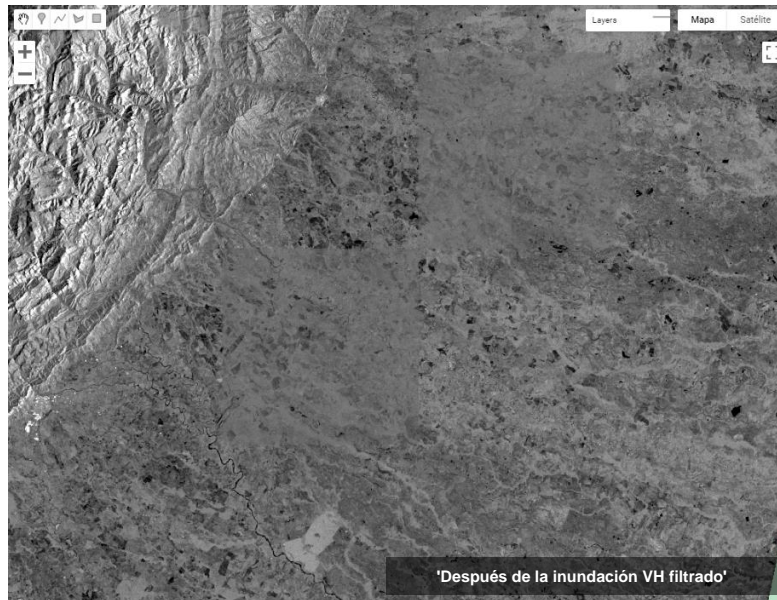
```
var SMOOTHING_RADIUS = 50; //Definir el radio de suavizado de los pixeles
var beforeVV_filtered = beforeVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var beforeVH_filtered = beforeVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var afterVV_filtered = afterVV.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
var afterVH_filtered = afterVH.focal_mean(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters');
```

3.3.6 Agrega las imagenes al interfaz de mapa con filtrado speckle

Damos la visualización de los mosaicos con el filtro “Speckle” con el fin de a partir de este proceso iniciar la identificación de las áreas inundadas, por medio de este código se realiza este paso

```
Map.addLayer(afterVV_filtered, {min:-15,max:0}, 'Antes de la inundación VV filtrado',1);
Map.addLayer(beforeVV_filtered, {min:-15,max:0}, 'Después de la inundación VV filtrado',1);
Map.addLayer(beforeVH_filtered, {min:-25,max:0}, 'Antes de la inundación VH filtrado',0);
Map.addLayer(afterVH_filtered, {min:-25,max:0}, 'Después de la inundación VH filtrado',0);
```





3.3.7 Calcular la Diferencia entre Antes y Después y visualización

Se interpola los mosaicos filtrados antes de la inundación con el mosaico posterior a la inundación esto se hace con el fin de detallar aquellas zonas donde el cambio tonalidades fueron incidentes del fenómeno de lluvias, esto mediante el siguiente código.

```
var differenceVH= afterVH_filtered.divide(beforeVH_filtered);
```

```
Map.addLayer(differenceVH, {min: 0,max:2},'difference VH filtered', 0);
```



3.4 Aplicado de umbral

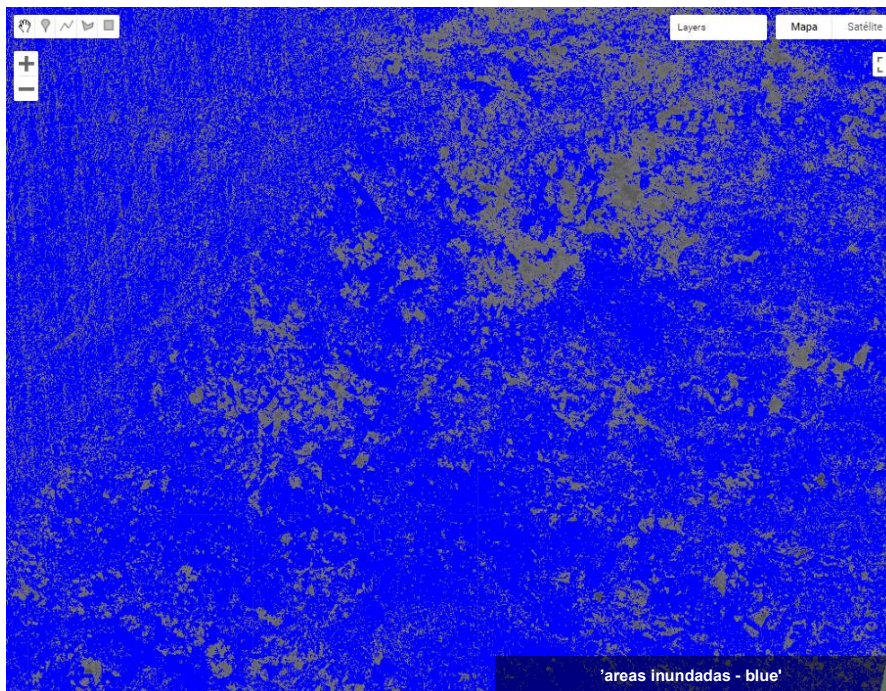
Una vez tenido la diferencia de los mosaicos se procede a crear el umbral de inundación del mosaico final para esto se aplica código siguiente, cabe resaltar que el valor del código del umbral es de cada imagen y para ello se hace un diagrama de boxplot esto con el fin de determinar los valores de cada pixel que es considerado como pixel inundado; claro está que cada estos porcentajes que se calculan van de la mano a calidad de imagen, para este ejemplo se usó el siguiente código con el valor dado de este diagrama.

```
var DIFF_UPPER_THRESHOLD = 0.885; // <--- Ingrese el valor del umbral normalmente el valor del umbral es de 0.885 o valores cercanos
```

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

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

```
Map.centerObject(table, 10); // <--- Centrar el mapa en la geometria importada o realizada
```



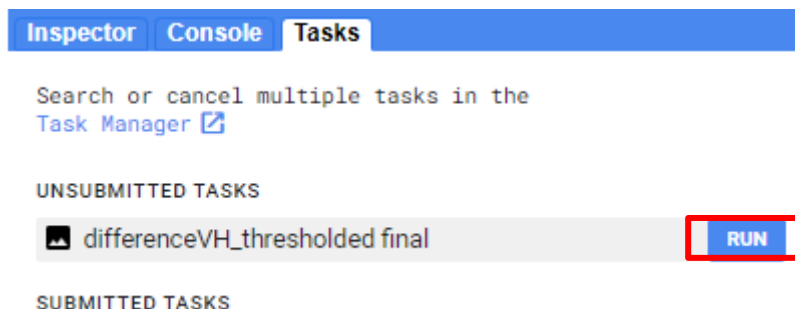
3.5 Preparar exportación de archivo

Una vez aplicado el análisis preliminar se procede a realizar la exportación de la capa del umbral esta capa se le denomina el nombre, el área sobre que la quiere exportar, la escala de pixeles, el máximo de pixeles a exportar y por último se le da un sistema de coordenadas para poder hacer el análisis completo cuantificado, para dicha exportación se usa la función [Export.image.toDrive\(\)](#)

```
Export.image.toDrive({
  image: differenceVH_thresholded,
  description: 'Inudacion',
  scale: 10,
  region: table,
  maxPixels: 1e13,
  crs : 'EPSG:3116'
});
```

Una vez le agregues este código anterior le das **RUN** y en la pantalla de scripts en la opción **tasks** procedemos a darle download y seleccionamos en qué parte del drive se va a guardar

esta información y le cambiamos los nombres tal cual como aparece en las siguientes imágenes:



Le das Run en la imagen o capa que quieres descargar y te desplegara un cuadro donde te pedirá los datos algunos ya predeterminados y otros por definir tal como aparece en las señales (opcionales) de salida para que se realice la descarga, tal como se muestra a continuación:

Task: Initiate image export

Task name (no spaces) *
dNBR-Clasificacion

Coordinate Reference System (CRS)
EPSG:3857

Scale (m/px)
30

DRIVE CLOUD STORAGE EE ASSET

Drive folder
Drive folder name or blank for root

Filename *
dNBR-Clasificacion

File format *
GEO_TIFF

CANCEL RUN

Nombre de la capa que se genere

Elige el tipo de coordenada (opcional)

Elige la escala de pixel, recuerda que para landsat 8 es de 30m y sentinel 2 es de 10m

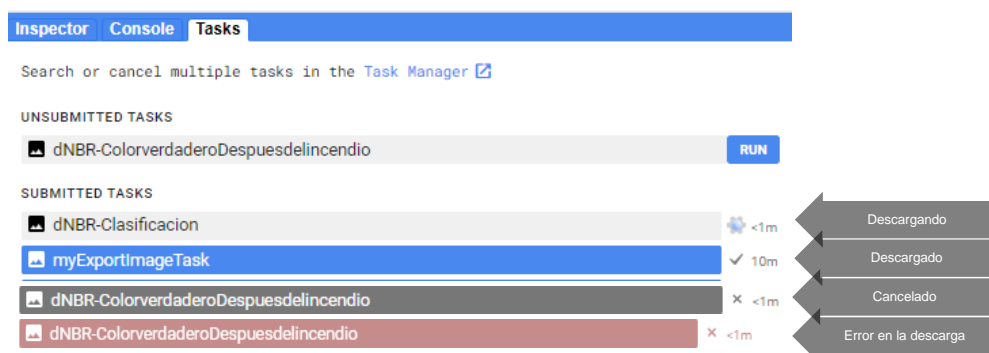
Elige la carpeta de tu drive donde vas a guardar (opcional)

Elige el nombre de como aparecerá su archivo descargado en su drive

Elige el tipo de formato que quieres que se descargue su capa

Dar click para iniciar la descarga

Una vez dados los parámetros se procede a cerrar esa ventana y en la consola tasks aparecerá 4 opciones de que está en proceso de descarga, descargado, cancelado y error en la descarga.



Una vez descargado el archivo nos dirigimos al botón azul de su archivo descargado y le damos clip este se desplegará y le damos en el botón (open to drive) y este lo dirigirá a la carpeta donde se encuentra el archivo descargado y de proceder a descargarlo en su equipo para luego ser procesado en los softwares SIG.

5. Procesamiento de resultados en ArcGIS o Qgis

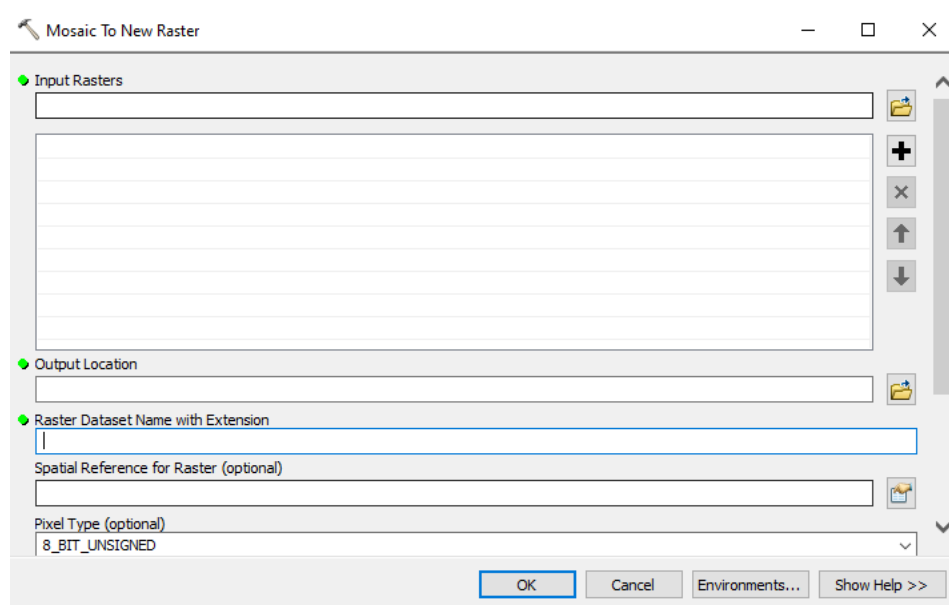
En esta fase corresponde a la preparación de los datos descargados del motor de Google earth engine para ser analizados y con ello obtener el monitoreo de las áreas afectadas por incendios para esto se divide en análisis de resultados por Arcgis y por Qgis.

5.1 Análisis de resultados en ArcGIS

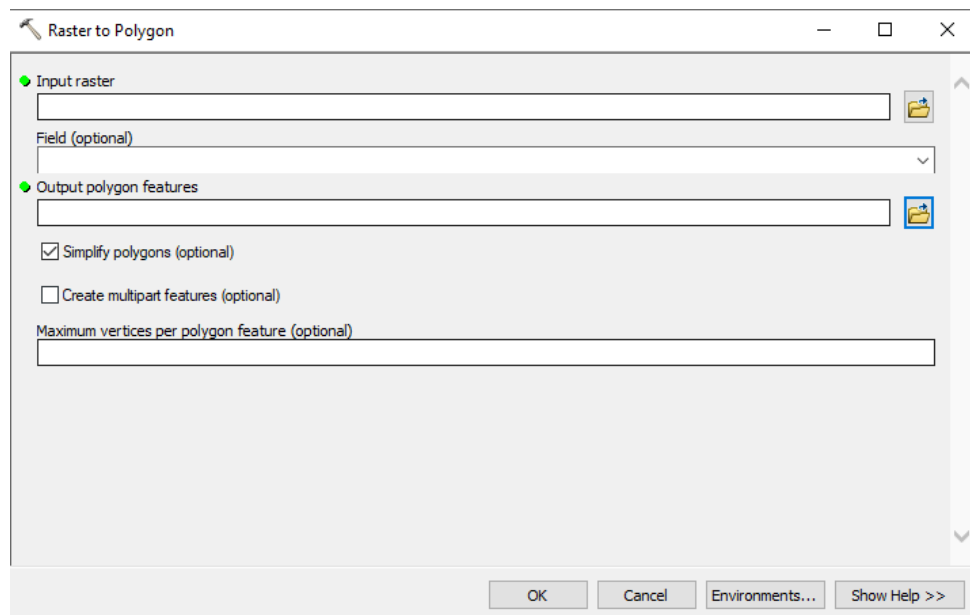
Abre ArcGIS y crea un nuevo proyecto, Ve al menú "Arc Toolbox" o "Geoprocesamiento" (dependiendo de la versión de ArcGIS que estés utilizando) y busca la herramienta "Mosaic to New Raster" (o "Mosaico a nuevo ráster").

Selecciona los archivos ráster que desees unir para formar el mosaico. Puedes seleccionarlos directamente de la carpeta de destino en la que los descargaste, define la ubicación y el nombre del archivo ráster resultante (el mosaico). Ajusta las opciones de configuración según tus necesidades, como el tipo de ráster resultante, la resolución, el sistema de coordenadas, Ejecuta la herramienta y espera a que se complete el proceso de mosaico.

Una vez que tienes el mosaico de imágenes, puedes cargarlo en ArcGIS como una capa ráster, luego, carga la capa del umbral de inundación en ArcGIS y asegúrate de que esté en el mismo sistema de coordenadas que el mosaico.



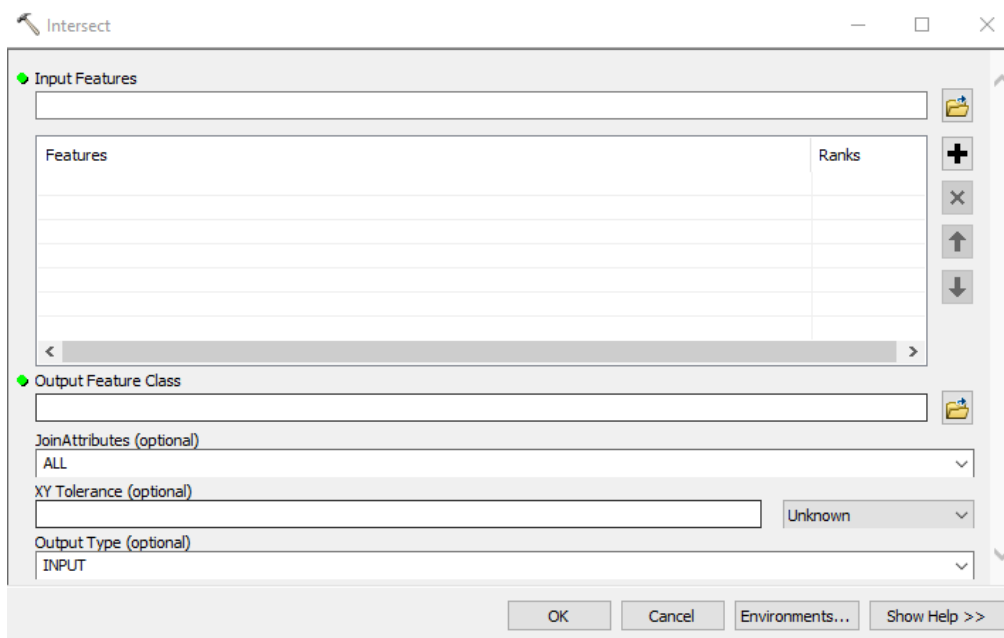
Utiliza la herramienta "Ráster to poligon" para convertir la capa del umbral de inundación en un formato vectorial (polígonos). Esta herramienta crea polígonos a partir de los valores de la capa ráster.



Accede a la tabla de atributos del polígono resultante y selecciona los atributos correspondientes al nivel 3, que representan las áreas inundadas.

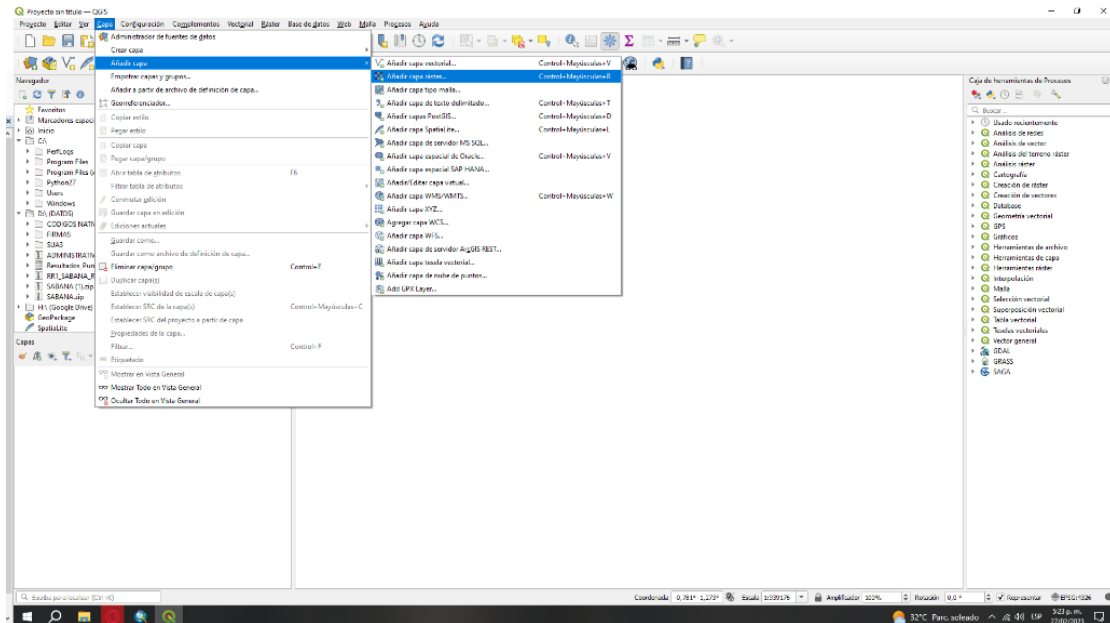
Utiliza la herramienta "Intersect" (o "Intersección en geoprocetamiento") para encontrar la intersección entre los polígonos de áreas inundadas y las áreas de interés que deseas analizar.

Analiza los resultados obtenidos, como el área total inundada dentro del área de interés.

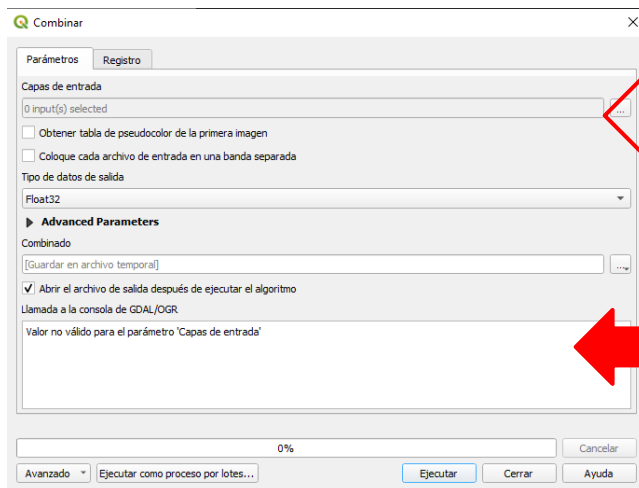


5.2 Análisis de resultados en Qgis

Una vez descargados los archivos raster se procede a cargar cada uno de ellos en el software Qgis vamos a la opción que está en la barra de herramientas > Capas > Agregar capas > Añadir capa ráster > Seleccionas los archivos raster que se encuentran en la carpeta que destino para descargar.

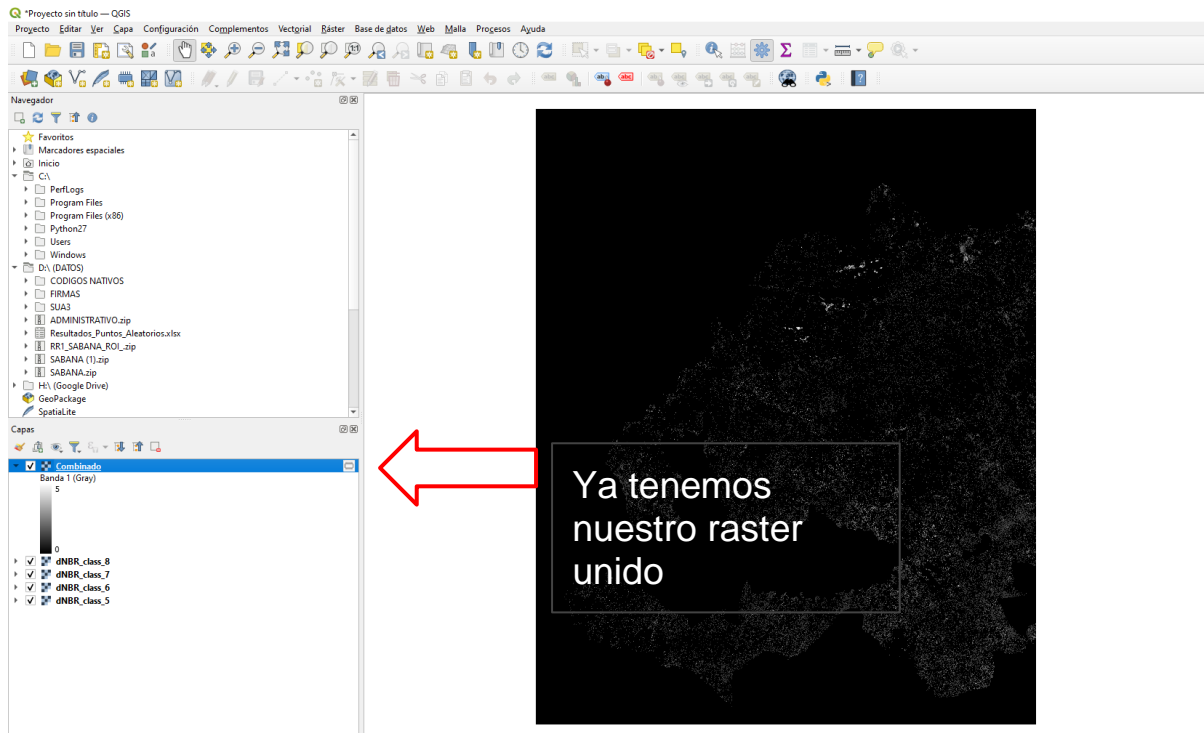


Una vez cargado los archivos raster en Qgis procedemos a unir todas las imágenes para formar el mosaico y generar una sola imagen esto se hace mediante la herramienta combinar; esta se encuentra en la barra de herramientas > Ráster > Miscelánea > Combinar; al darle combinar seleccionamos los raster que deseamos unir y el resultado tendremos un mosaico de imágenes.

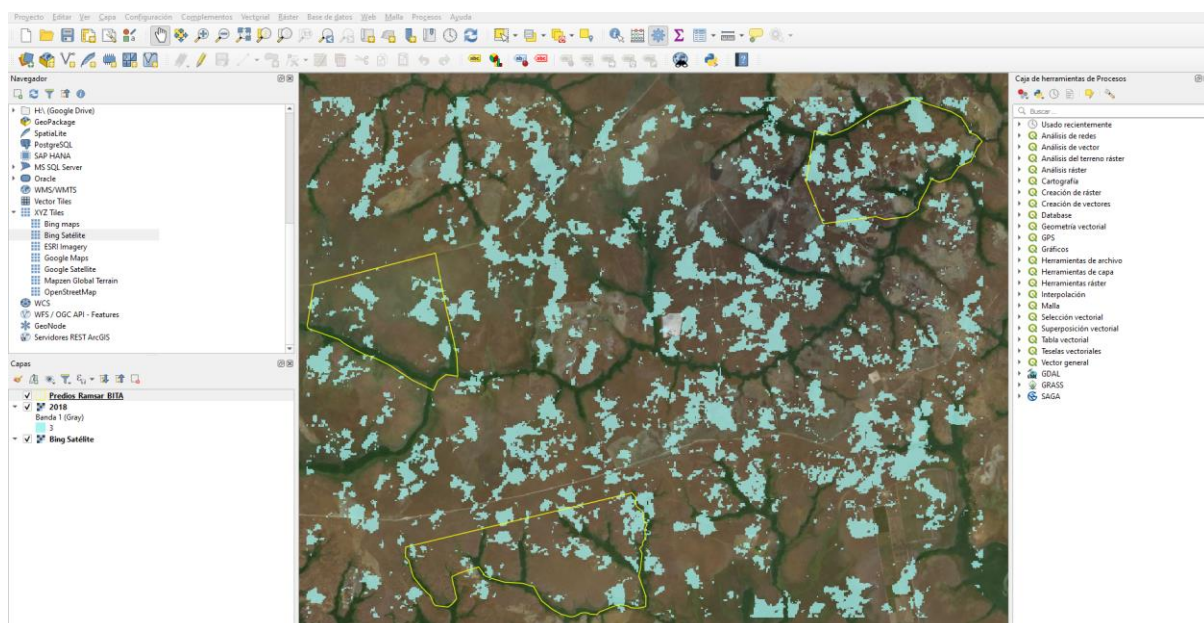


Seleccionamos los
archivos raster

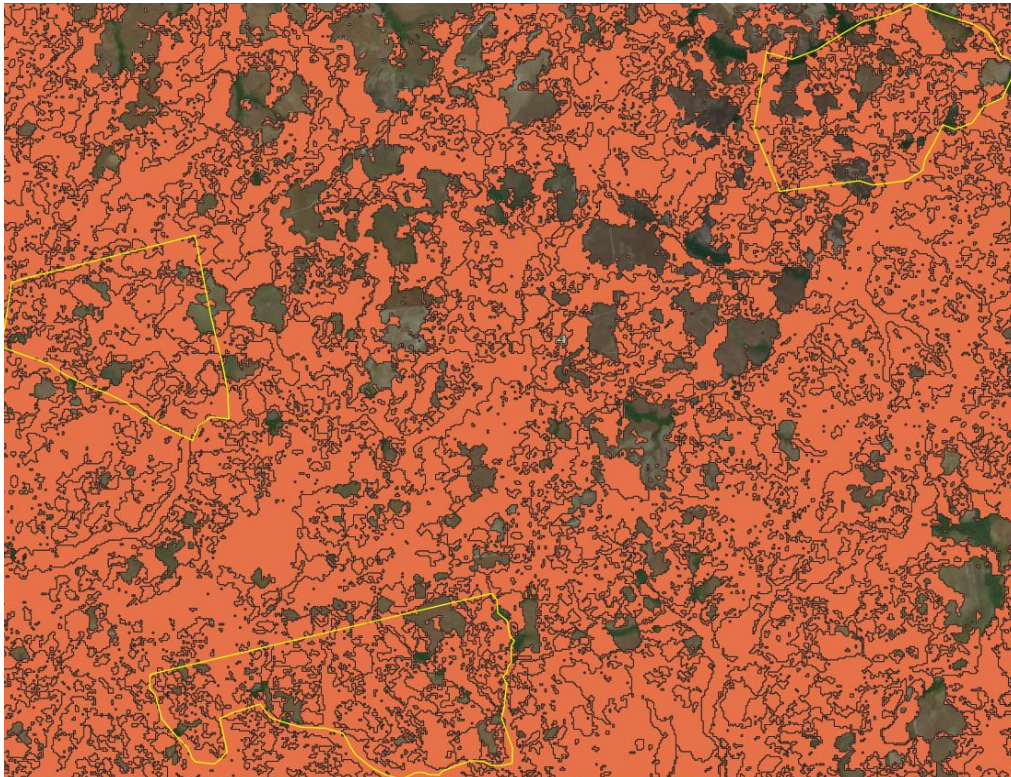
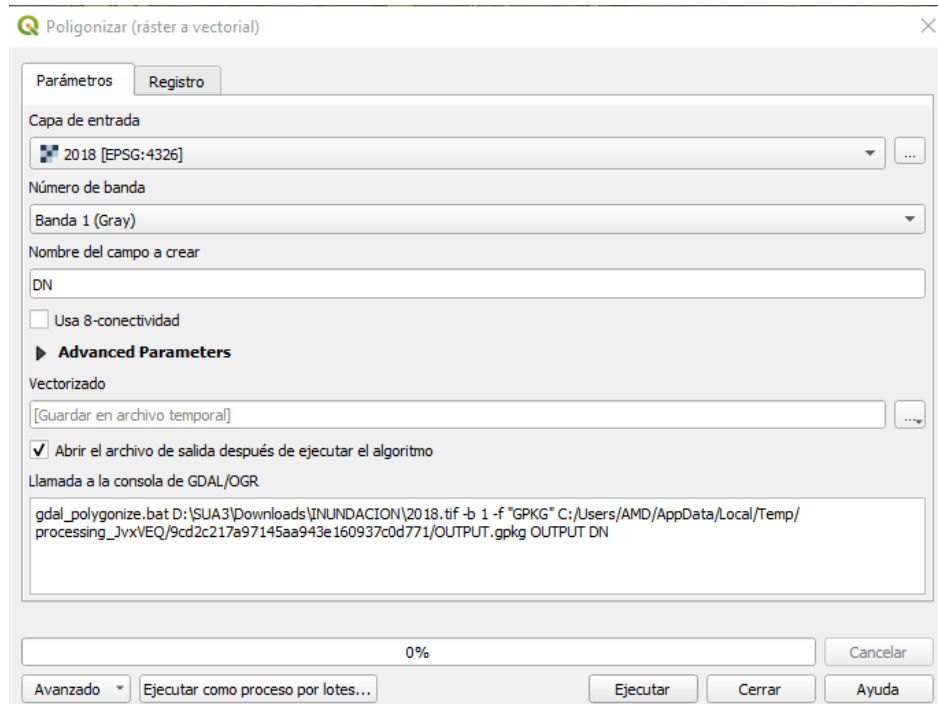
Seleccionamos y
esperamos al
geoproceso



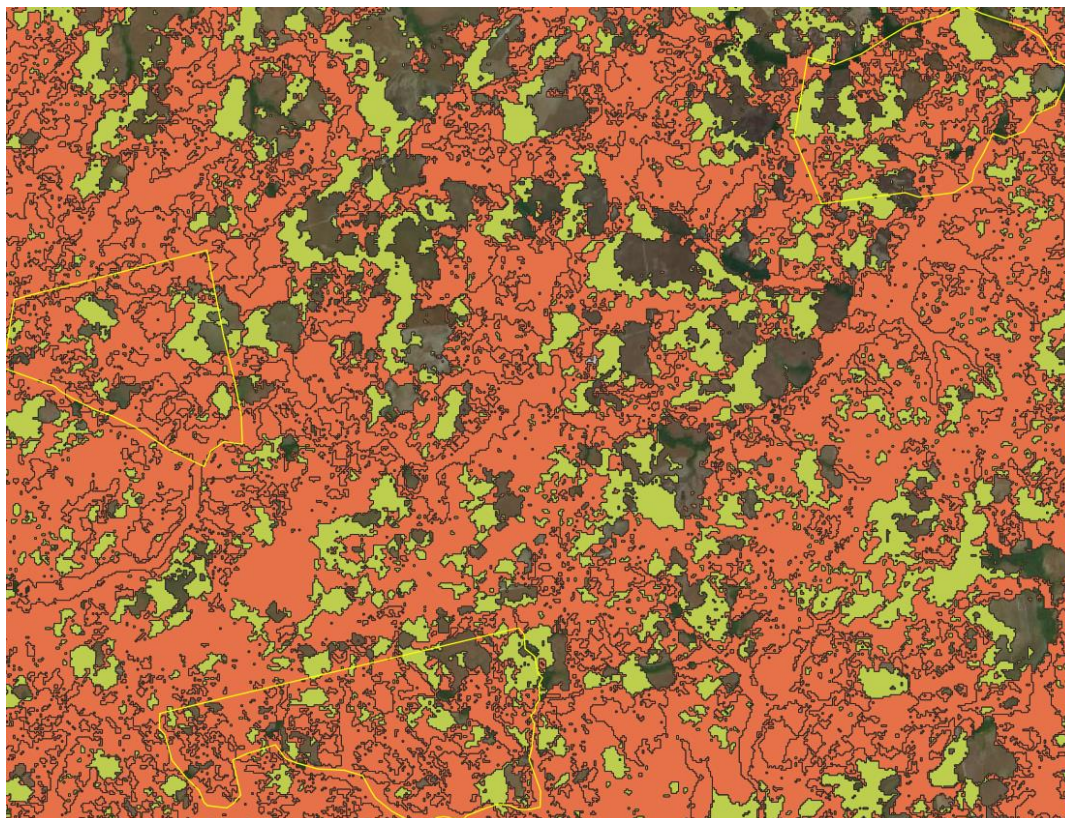
Ya debidamente cargado la capa del umbral de inundación este se superpone sobre las áreas a analizar y se realiza el análisis de cuantificación.



Para el análisis cuantitativo se procede a convertir esa capa en formato vector mediante la herramienta Poligonizar, seleccionamos la capa que vamos a convertir en polígono y damos aceptar.



Nos dirigimos a la la tabla de atributos y nos dirigimos a la selección de atributos y seleccionamos en este caso todos los valores que corresponden al nivel 3 que son polígonos que corresponden a áreas inundadas.



Una vez realizado esto se procede a hacer la intercepción de estos polígonos con las áreas a analizar y hallamos el área total inundada dentro del área de interés.