

OBJETIVO.

Establecer los procedimientos para el monitoreo de puntos de calor usando el 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), mientras la metodología de obtención de puntos de calor se toma base metodológica de clasificación multitemporal de imágenes satelitales dado por el plan estratégico científico de la USGS para incendios forestales 2021-26 junto con la automatización de este proceso.

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 incendios y su posterior control de calidad se complementa con los datos los de puntos de calor - variaciones térmicas implementada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM; es necesario establecer que este análisis, lo que se busca es encontrar y comprobar que estos puntos de calor, si corresponden a incendios y/o anomalías térmicas, 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

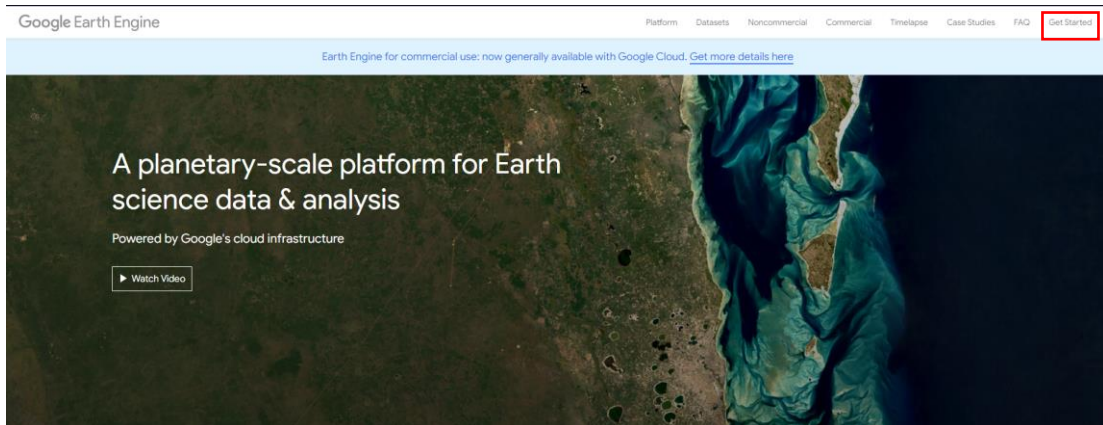
Desde el 2002 el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ha llevado a cabo la consolidación y almacenamiento de información de puntos de calor con el fin de soportar una base datos que permite reconocer en temporalidad e histórico, la áreas donde se presentan anomalías térmicas esto con el fin de que sirva como insumo base para proyectos de monitoreo de focos térmicos esto con el fin de identificar las dinámicas de las coberturas afectadas de la tierra en diferentes temporalidades.

Al aplicar el plan estratégico científico de la USGS para incendios forestales, permite generar una clasificación con base en la leyenda nacional, para caracterizar, describir y definir alfanuméricamente las características de la cobertura de la tierra que han sido afectadas a los largo del tiempo y con esto ser interpretadas a partir de imágenes satelitales de alta resolución para el análisis geo espacial de cada área de estudio.

PROCEDIMIENTO

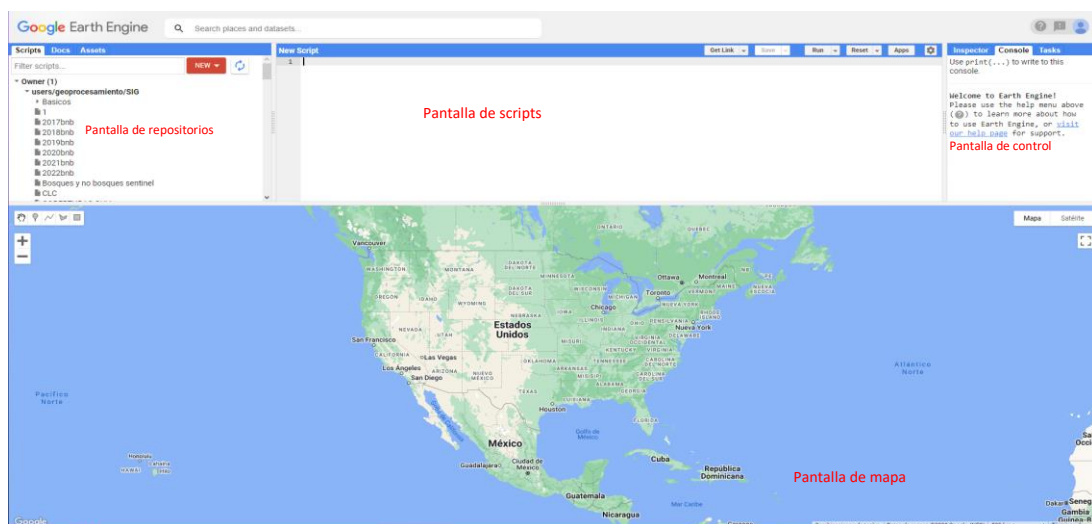
1) Registro de Google Earth Engine (GEE)

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

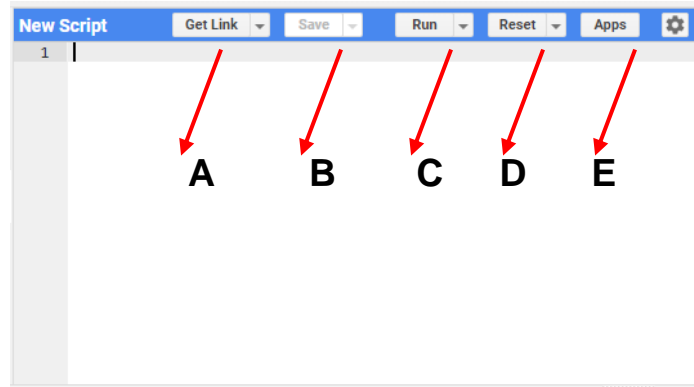
2.1 Pantalla de repositorios.

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 la 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

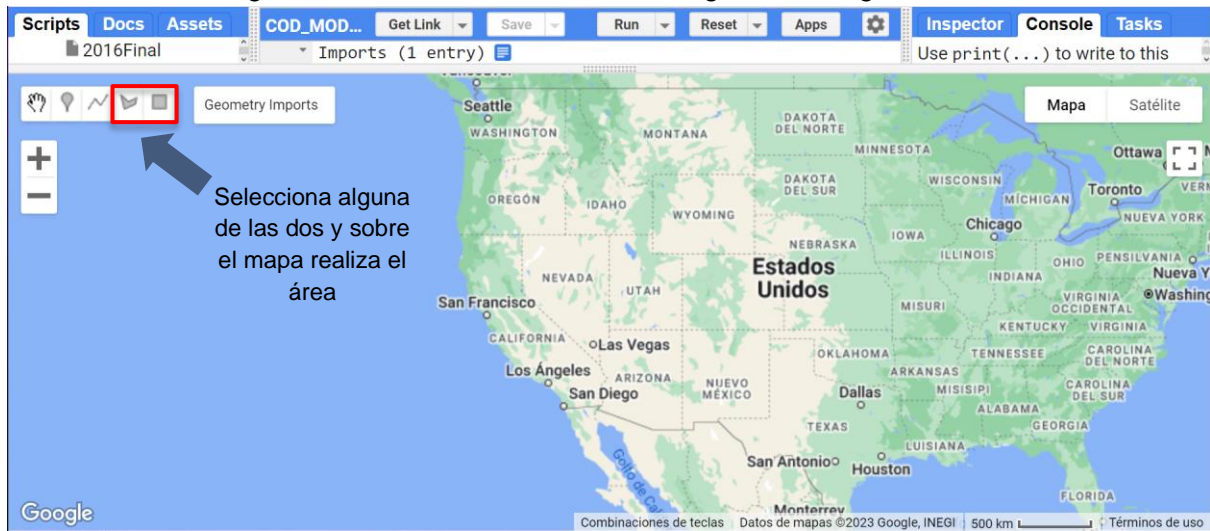
Esta nos da las salidas gráficas que se tiene en el código cuando se va a exportar o cuando se añade un diagrama que tiene por predeterminada el GEE.

3) Modelo gravedad de quemaduras utilizando el índice de quemaduras normalizado (NBR)

3.1 Selecciona, dibuja importa el área a analizar

inicialmente debemos importar o dibujar una geometría del área donde queremos realizar el análisis por afectaciones de fuego, esta se puede hacer con la herramienta de dibujo de geometrías o importando un shapefile o archivo CSV esto con el fin de delimitar la zona de estudio; tal como se muestra a continuación:

3.1.1 Creación de geometría con herramienta de Google earth engine

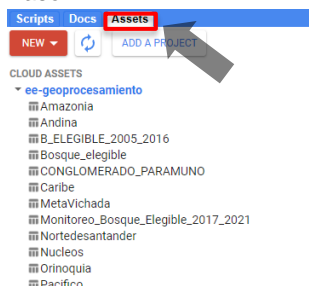


3.1.2 Importación de shapefile o CSV

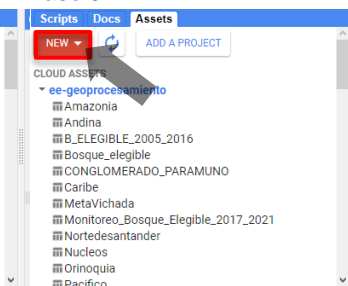
Paso 1



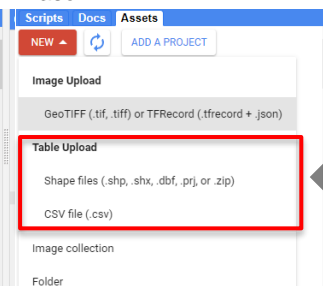
Paso 2



Paso 3

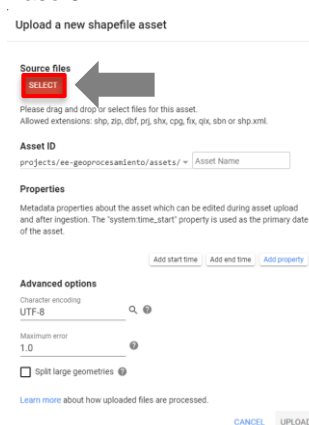


Paso 4

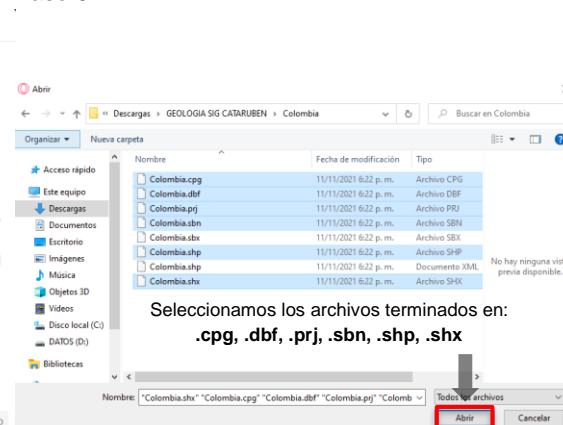


Elije el tipo de formato que vas a importar

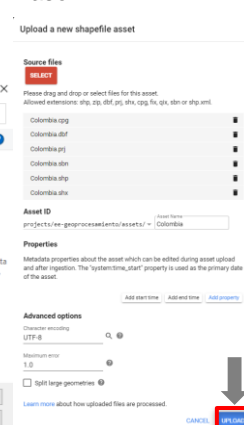
Paso 5



Paso 6



Paso 7



3.2 Establece las fechas de análisis

Establezca las fechas de inicio y finalización de un período antes del incendio, esto se recomienda que para landsat 8 sea de 3 meses por análisis mientras que para sentinel 2 sea de cada mes esto la disponibilidad de imágenes que captan los satélites y en el detalle del análisis.

Para ello escribimos el siguiente código y en los campos de 'AAAA-MM-DD' escribimos las fechas de interés para nosotros:

```
//Establezca la fecha o parámetros de inicio y fin de los incendios
var prefire_start = 'AAAA-MM-DD'; // <--- fecha de Inicio del incendio
var prefire_end = 'AAAA-MM-DD'; // <--- fecha Fin del incendio

// Establecer la fecha o parametros despues del incendio
var postfire_start = 'AAAA-MM-DD'; // <--- fecha después del incendio
var postfire_end = 'AAAA-MM-DD'; // <--- fecha después del incendio
```

3.3 Selecciona el satélite a usar

Puede seleccionar imágenes de detección remota de dos sensores satelitales disponibles, considere los detalles de cada misión a continuación para elegir los datos adecuados para sus necesidades.

| // Landsat 8 (L8) | Sentinel-2 (S2) |
|---------------------------------------|--|
| //----- | |
| // lanzamiento: febrero 11, 2015 | Junio 23, 2015 & Marzo 7, 2017 |
| // tasa de repetición: 16 días | 5 días (desde 2017) |
| // resolución: 30 metros | 10 metros |
| // ventajas: serie temporal más larga | 9 veces mayor detalle espacial |
| // archivo de exportación más pequeño | mayor probabilidad de imágenes sin nubes |

//Selecciona uno de los siguientes: 'L8' o 'S2'

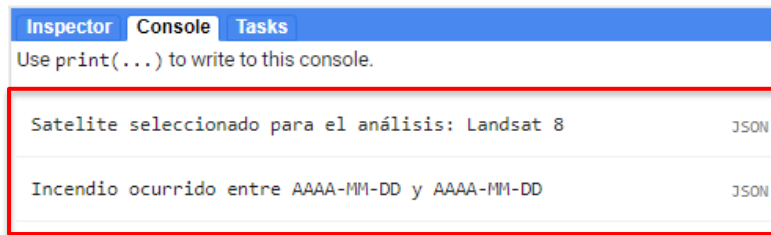
```
var platform = 'L8';
```

```
// <--- asigna tu satélite a la variable "" de plataforma recuerda que puedes elegir si 'L8' o 'S2' si deseas
usar el satélite landsat 8 escribe L8 o si quieres trabajar con sentinel 2 escribe S2.
```

3.4 Identificar y ejecutar entradas de usuario

3.4.1 Traducción de las entradas del usuario

En este paso se procede a elegir los diferentes tipos de satélites a usar dependiendo de sus necesidades para este caso el código recoge el valor de platform y la llama a la función para que este determine cual es el satélite que se va a usar si es sentinel 2 o landsat 8 y al final del código con la función print este me muestra en las consolas los siguientes resultados el satélite que se usó y la fecha del cual ocurrió el análisis de incendio como también este me centra en la pantalla de mapa las figuras o polígono que realizamos.



para que esto sea posible se realizó con el código a continuación:

```
// Imprimir plataforma Satélite y fechas a consola
if (platform == 'S2' | platform == 's2') {
  var ImCol = 'COPERNICUS/S2'; // <---Satélite usado para sentinel 2
  var pl = 'Sentinel-2';
} else {
  var ImCol = 'LANDSAT/LC08/C01/T1_SR'; //<---Satélite usado para landsat 8
  var pl = 'Landsat 8';
}
print(ee.String('Satelite seleccionado para el análisis: ').cat(pl));
print(ee.String('Incendio ocurrido entre ').cat(prefire_end).cat(' y ').cat(postfire_start));

// Localización
var area = ee.FeatureCollection(table);

// Establezca el área de estudio como centro del mapa.
Map.centerObject(area);
```

3.4.1 Seleccionar imágenes por hora, ubicación y nubosidad

Para este sector se procede a realizar un filtrado de todas las imágenes que se encuentran en la zona está de acuerdo a la nubosidad, fecha y ubicación esto se realiza con el siguiente código:

```
var imagery = ee.ImageCollection(ImCol);

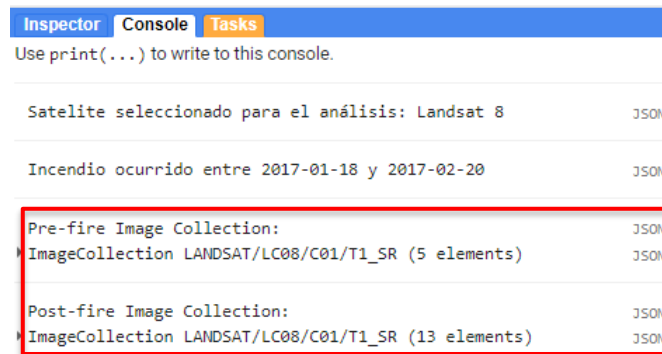
// Establecer el umbral máximo de cobertura de nubes (0-100)
var maxCloudCover = 30; // <--- Ingrese el % de nubeS, entre mas % aumentan la disponibilidad de imágenes, pero
también la nubes en ellas

// En las siguientes líneas, las imágenes se recopilarán en un ImageCollection, según el
// ubicación de nuestra área de estudio, un marco de tiempo determinado y la proporción de cobertura de nubes.
var prefireImCol = ee.ImageCollection(imagery
  // Filtrar por fechas.
  .filterDate(prefire_start, prefire_end)
  // Filtrar por ubicación.
  .filterBounds(area)
  // Filtrar por nubosidad.
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVER', maxCloudCover)));

// Selecciona todas las imágenes que se superponen con el área de estudio de un marco de tiempo dado
// Como estado post-incendio, seleccionamos el 25 de febrero de 2017.
var postfireImCol = ee.ImageCollection(imagery
  // Filtrar por fechas.
  .filterDate(postfire_start, postfire_end)
  // Filtrar por ubicación.
  .filterBounds(area)
  // Filtrar por nubosidad.
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVER', maxCloudCover)));
```

```
// Agrega las imágenes recortadas a la consola de la derecha
print("Pre-fire Image Collection: ", prefireImCol);
print("Post-fire Image Collection: ", postfireImCol);
```

Una vez ejecutado el código se obtiene en la consola lo siguiente:



3.5 Aplicar una máscara de nubes, nieve y sombras

En este paso se procede a eliminar todas la nubes, cirros y sombras que generan interferencia en la determinación de zonas afectadas por incendios para esto se procede a realizar el siguiente código:

```
// Función para enmascarar nubes de la banda de calidad de píxeles de los datos de Sentinel-2 SR.
function maskS2sr(image) {
  // Los bits 10 y 11 son nubes y cirros, respectivamente.
  var cloudBitMask = ee.Number(2).pow(10).int();
  var cirrusBitMask = ee.Number(2).pow(11).int();
  // Obtener la banda de control de calidad de píxeles.
  var qa = image.select('QA60');
  // Todas las banderas deben establecerse en cero, lo que indica condiciones claras.
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
    .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
  // Devuelve la imagen enmascarada, escalada a reflectancia TOA, sin las bandas QA.
  return image.updateMask(mask)
    .copyProperties(image, ["system:time_start"]);
}
```

```
// Función para enmascarar nubes de la banda de calidad de píxeles de los datos Landsat 8 SR.
function maskL8sr(image) {
  // Los bits 3 y 5 son sombra de nube y nube, respectivamente.
  var cloudShadowBitMask = 1 << 3;
  var cloudsBitMask = 1 << 5;
  var snowBitMask = 1 << 4;
  // Obtener la banda de control de calidad de píxeles.
  var qa = image.select('pixel_qa');
  // Todas las banderas deben establecerse en cero, lo que indica condiciones claras.
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudShadowBitMask).eq(0)
    .and(qa.bitwiseAnd(cloudsBitMask).eq(0))
    .and(qa.bitwiseAnd(snowBitMask).eq(0));
  // Devuelve la imagen enmascarada, escalada a reflectancia TOA, sin las bandas QA.
  return image.updateMask(mask)
    .select("B[0-9]*")
    .copyProperties(image, ["system:time_start"]);
}
```

```
// Aplicar máscara de nube específica de la plataforma
```



```
if (platform == 'S2' | platform == 's2') {
  var prefire_CM_ImCol = prefireImCol.map(maskS2sr);
  var postfire_CM_ImCol = postfireImCol.map(maskS2sr);
} else {
  var prefire_CM_ImCol = prefireImCol.map(maskL8sr);
  var postfire_CM_ImCol = postfireImCol.map(maskL8sr);
}
```

3.6 Mosaico y clip de imágenes al área de estudio

Para complementar este código se procede a realizar un mosaico de todas las imágenes que se encuentran dentro de la zona con el fin de que toda el área que se realizó o se importó está cubierta con las imágenes, luego para que quede con la forma de la geometría que se importo o se realizo para ellos se debe realizar el siguiente código.

```
// Esto es especialmente importante si las colecciones creadas anteriormente contienen más de una imagen
// (si es solo uno, el mosaico () no afecta las imágenes).
```

```
var pre_mos = prefireImCol.mosaic().clip(area);
var post_mos = postfireImCol.mosaic().clip(area);
```

```
var pre_cm_mos = prefire_CM_ImCol.mosaic().clip(area);
var post_cm_mos = postfire_CM_ImCol.mosaic().clip(area);
```

```
// Agrega las imágenes recortadas a la consola
print("Imagen en color verdadero antes del incendio: ", pre_mos);
print("Imagen de color verdadero posterior al incendio: ", post_mos);
```

una vez digitalizado el código se procede a dar RUN y hasta el momento debemos obtener en el tablero de inspección obtendremos lo siguiente:

| Inspector | Console | Tasks |
|--|---------|-------|
| Use print(...) to write to this console. | | |
| Satelite seleccionado para el análisis: Landsat 8 | JSON | |
| Incendio ocurrido entre 2017-01-18 y 2017-02-20 | JSON | |
| Pre-fire Image Collection: | JSON | |
| ▸ ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (5 elements) | JSON | |
| Post-fire Image Collection: | JSON | |
| ▸ ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (13 elements) | JSON | |
| Imagen en color verdadero antes del incendio: | JSON | |
| ▸ Image (12 bands) | JSON | |
| Imagen de color verdadero posterior al incendio: | JSON | |
| ▸ Image (12 bands) | JSON | |



3.7 Calcular NBR para imágenes antes y post-fuego

En esta parte se llama la banda B8 y B12 para que en su combinación obtengamos el índice NBR donde:

“El índice Normalizado de Área Quemada (NBR) es un índice diseñado para resaltar áreas quemadas en grandes zonas de incendio. La fórmula es similar a NDVI, excepto que combina el uso de longitudes de onda de infrarrojo cercano (NIR) e infrarrojo de onda corta (SWIR).

La vegetación saludable muestra una reflectancia muy alta en el NIR y una baja reflectancia en la porción del espectro SWIR (Figura 2), lo contrario de lo que se ve en áreas devastadas por el fuego. Recientemente, las áreas quemadas demuestran baja reflectancia en el NIR y alta reflectancia en el SWIR, es decir, la diferencia entre las respuestas espectrales de la vegetación saludable y las áreas quemadas alcanzan su pico en las regiones NIR y SWIR del espectro.”

Para obtener este tipo de índice es necesario utilizar el siguiente código:

```
// Aplicar NBR específico de la plataforma = (NIR-SWIR2) / (NIR+SWIR2)
if (platform == 'S2' | platform == 's2') {
  var preNBR = pre_cm_mos.normalizedDifference(['B8', 'B12']);
  var postNBR = post_cm_mos.normalizedDifference(['B8', 'B12']);
} else {
  var preNBR = pre_cm_mos.normalizedDifference(['B5', 'B7']);
  var postNBR = post_cm_mos.normalizedDifference(['B5', 'B7']);
}
// Agregue las imágenes NBR a la consola
print("Ratio de quema normalizado previo al incendio: ", preNBR);
print("Proporción de área quemada normalizada posterior al incendio: ", postNBR);
```

al final este código imprime las bandas que contienen esta combinación del índice y se debe mostrar en el panel de consola las siguientes informaciones:

| Inspector | Console | Tasks |
|--|---------|-------|
| Use print(...) to write to this console. | | |
| Satelite seleccionado para el análisis: Landsat 8 | | JSON |
| Incendio ocurrido entre 2017-01-18 y 2017-02-20 | | JSON |
| Pre-fire Image Collection: | | JSON |
| ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (5 elements) | | JSON |
| Post-fire Image Collection: | | JSON |
| ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (13 elements) | | JSON |
| Imagen en color verdadero antes del incendio: | | JSON |
| Image (12 bands) | | JSON |
| Imagen de color verdadero posterior al incendio: | | JSON |
| Image (12 bands) | | JSON |
| Ratio de quema normalizado previo al incendio: | | JSON |
| Image (1 band) | | JSON |
| Proporción de area quemada normalizada posterior al incendio.. | | JSON |
| Image (1 band) | | JSON |

3.8 Calcule la diferencia entre imágenes antes y post-fuego

En esta parte del código se busca que nos muestre las diferencias de los índices de NBR entre las 2 imágenes antes y después del incendio esto con el fin de que identifique las zonas que fueron afectas por incendios y como el índice las reconoce.

```
// Se llama el resultado delta NBR o dNBR
var dNBR_unscaled = preNBR.subtract(postNBR);

// Escale el producto según los estándares de USGS
var dNBR = dNBR_unscaled.multiply(1000);

// Agrega la imagen de diferencia a la consola
print("Diferencia en la relación de quema normalizada: ", dNBR);
```

Al final se añade en el panel de la consola una casilla donde nos muestra los índices que contiene esas zonas que cambiaron entre las dos imágenes esto con el fin de determinar que áreas son la afectas y este se debe visualizar así:

| Inspector | Console | Tasks |
|---|---------|-------|
| Use print(...) to write to this console. | | |
| Satelite seleccionado para el análisis: Landsat 8 | | JSON |
| Incendio ocurrido entre 2017-01-18 y 2017-02-20 | | JSON |
| Pre-fire Image Collection: | | JSON |
| ▸ ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (5 elements) | | JSON |
| Post-fire Image Collection: | | JSON |
| ▸ ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (13 elements) | | JSON |
| Imagen en color verdadero antes del incendio: | | JSON |
| ▸ Image (12 bands) | | JSON |
| Imagen de color verdadero posterior al incendio: | | JSON |
| ▸ Image (12 bands) | | JSON |
| Ratio de quema normalizado previo al incendio: | | JSON |
| ▸ Image (1 band) | | JSON |
| Proporción de area quemada normalizada posterior al incendio: | | JSON |
| ▸ Image (1 band) | | JSON |
| Diferencia en la relación de quema normalizada: | | JSON |
| ▸ Image (1 band) | | JSON |

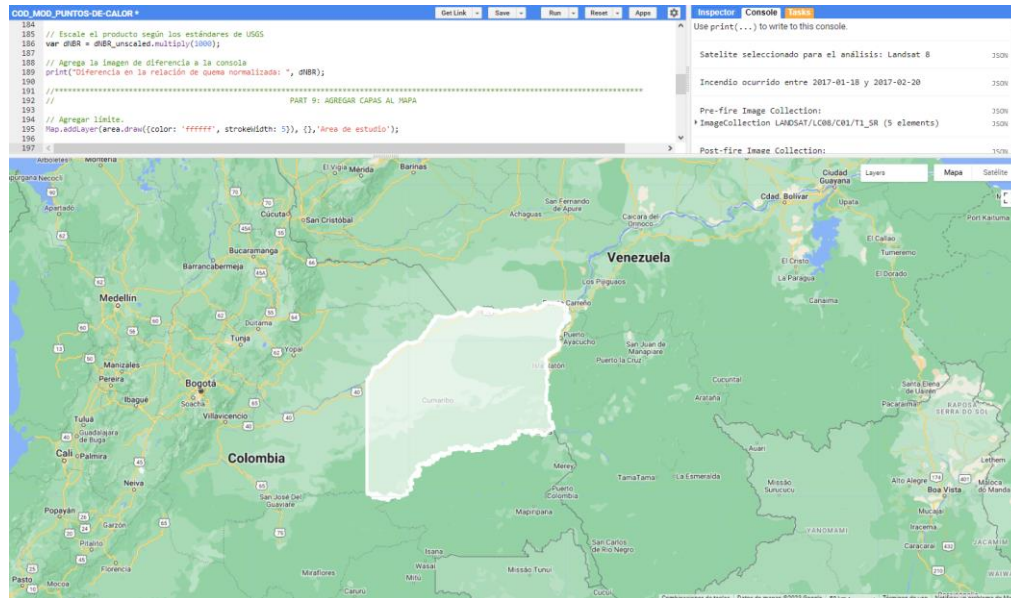


3.9 Agregar capas al mapa

Esto se hace con el fin de visualizar todos los tipos de imágenes que se procesaron, se le aplicaron filtros y calcularon índices al darle RUN se procede a visualizar todos los mapas del código y deben aparecer en el siguiente sector y en la pantalla de mapas tal como se ve, cabe aclarar que para que se pueda visualizar en el mapa es necesario aplicar la función Map.addLayer para que esta pueda verse y con ello determinar que variable es la que quieres mostrar.

3.9.1 Visualizar área que se ingresó como polígono o dibujo

```
// Agregar límite.
Map.addLayer(area.draw({color: 'ffffff', strokeWidth: 5}), {}, 'Area de estudio');
```



3.9.2 Imágenes en color verdadero

// Aplicar parámetros de visualización específicos de la plataforma para imágenes en color verdadero

```
if (platform == 'S2' | platform == 's2') {
```

```
  var vis = {bands: ['B4', 'B3', 'B2'], max: 2000, gamma: 1.5};
```

```
} else {
```

```
  var vis = {bands: ['B4', 'B3', 'B2'], min: 0, max: 4000, gamma: 1.5};
```

```
}
```

// Agrega las imágenes en color verdadero al mapa.

```
Map.addLayer(pre_mos, vis, 'Imagen previa al incendio');
```

```
Map.addLayer(post_mos, vis, 'Imagen posterior al incendio');
```

// Agregue las imágenes en color verdadero al mapa con la máscara de nubes.

```
Map.addLayer(pre_cm_mos, vis, 'Imagen en color verdadero antes del disparo - Nubes enmascaradas');
```

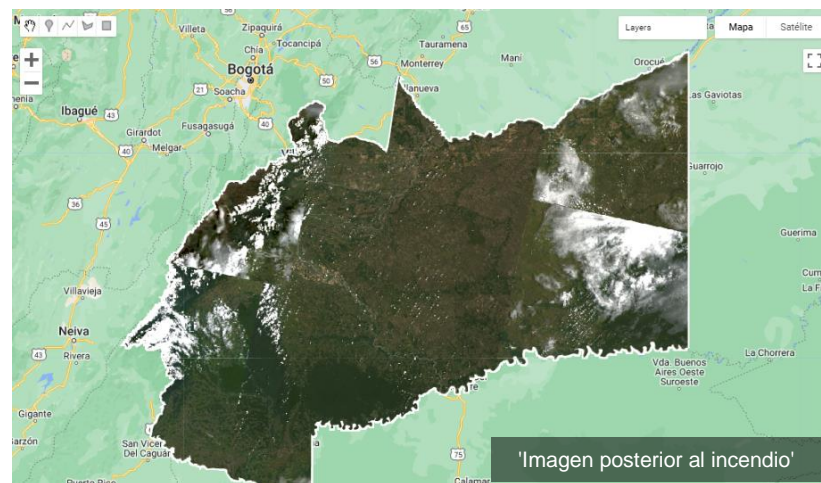
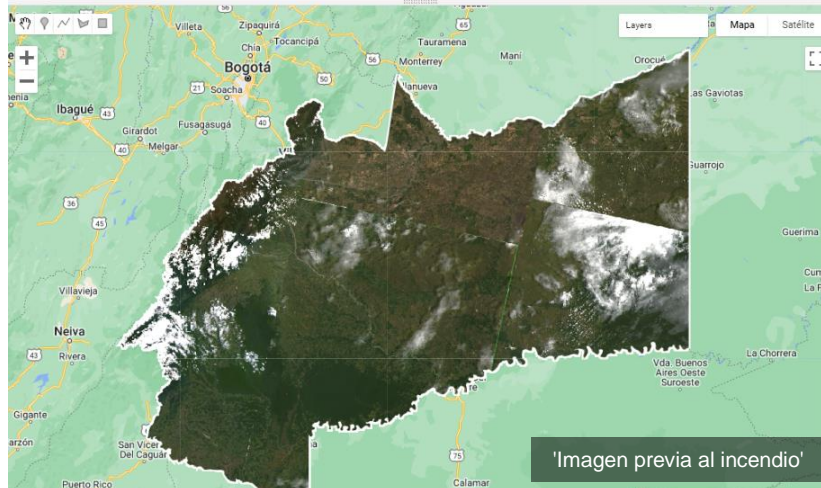
```
Map.addLayer(post_cm_mos, vis, 'Imagen de color verdadero posterior al incendio - Nubes enmascaradas');
```

```

Google Earth Engine
Search places and datasets... ee-geoprosamiento

Scripts Doc COD_MOD_PUNTOS-DE-CALOR *
205 var vis = {bands: ['B4', 'B3', 'B2'], min: 0, max: 4000, gamma: 1.5};
206 }
207
208 // Agrega las imágenes en color verdadero al mapa.
209 Map.addLayer(pre_mos, vis, 'Imagen previa al incendio');
210 Map.addLayer(post_mos, vis, 'Imagen posterior al incendio');
211
212 // Agregue las imágenes en color verdadero al mapa con la máscara de nubes.
213 Map.addLayer(pre_cm_mos, vis, 'Imagen en color verdadero antes del disparo - Nubes enmascaradas');
214 Map.addLayer(post_cm_mos, vis, 'Imagen de color verdadero posterior al incendio - Nubes enmascaradas');
215
216 //----- Producto de relación de quemado: escala de grises -----
217
218 var grey = ['white', 'black'];
219 Map.addLayer(preNBR, {min: -1, max: 1, palette: grey}, 'Relación de quema normalizada antes del incendio');
220 Map.addLayer(postNBR, {min: -1, max: 1, palette: grey}, 'Relación de quema normalizada después del incendio');
221 Map.addLayer(dNBR, {min: -1000, max: 1000, palette: grey}, 'Escala de grises dNBR');
222
223 //----- Producto de relación de quema - Clasificación USGS -----
224

```





3.9.3 Producto de relación de quemado: escala de grises

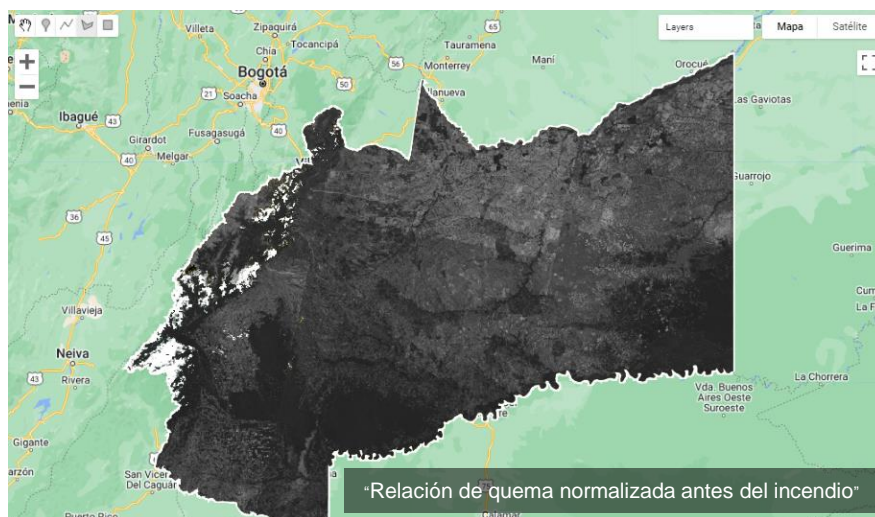
En este proceso se añaden las visualizaciones de los índices NBR esto para determinar que áreas fueron o son más afectadas y así determinar las áreas afectadas.

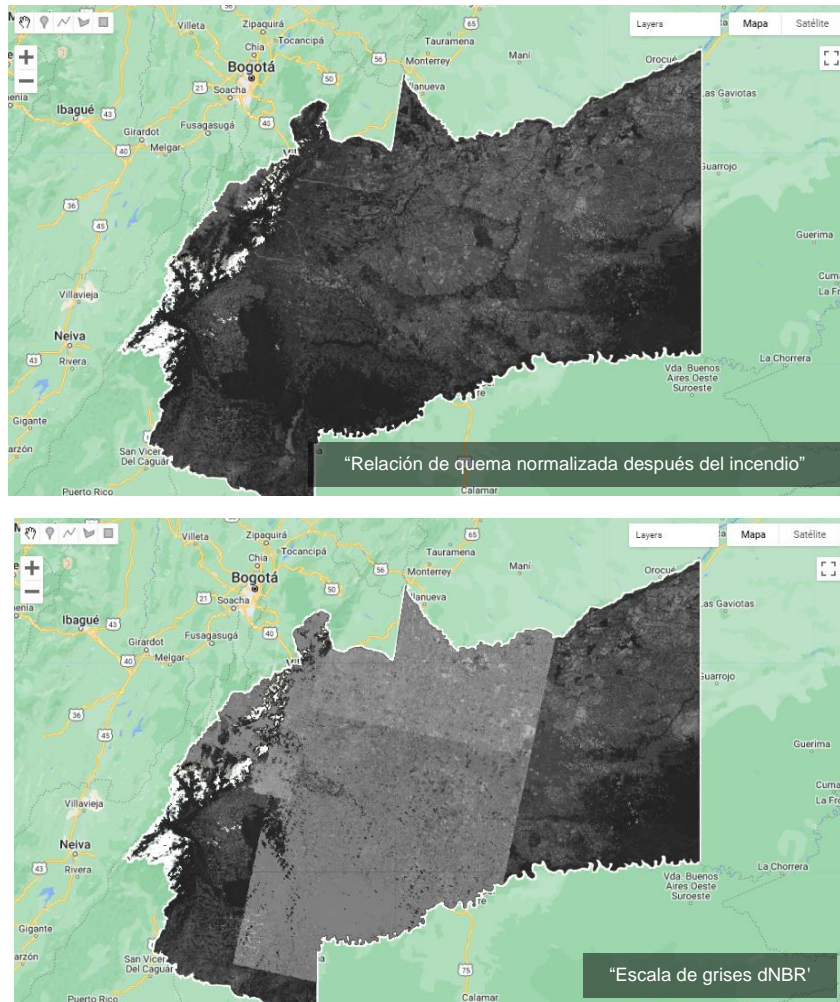
```
var grey = ['white', 'black'];
```

```
Map.addLayer(preNBR, {min: -1, max: 1, palette: grey}, 'Relación de quema normalizada antes del incendio');
```

```
Map.addLayer(postNBR, {min: -1, max: 1, palette: grey}, 'Relación de quema normalizada despues del incendio');
```

```
Map.addLayer(dNBR, {min: -1000, max: 1000, palette: grey}, 'escala de grises dNBR');
```





3.9.4 Producto de relación de quema - Clasificación USGS

En este sector se procede a realizar una clasificación de severidad por incendio esto basado en la guía de fuegos del servicio geológico de los estados unidos (USGS), esto con el fin de determinar sobre la variable de "escalas de grises de dNBR"

// Definir un estilo SLD de intervalos discretos para aplicar a la imagen.

var sld_intervals =

```
'<RasterSymbolizer>' +
'<ColorMap type="intervals" extended="false" >' +
'<ColorMapEntry color="#ffffff" quantity="-500" label="-500"/>' +
'<ColorMapEntry color="#7a8737" quantity="-250" label="-250" />' +
'<ColorMapEntry color="#acbe4d" quantity="-100" label="-100" />' +
'<ColorMapEntry color="#0ae042" quantity="100" label="100" />' +
'<ColorMapEntry color="#fff70b" quantity="270" label="270" />' +
'<ColorMapEntry color="#ffaf38" quantity="440" label="440" />' +
'<ColorMapEntry color="#ff641b" quantity="660" label="660" />' +
'<ColorMapEntry color="#a41fd6" quantity="2000" label="2000" />' +
'</ColorMap>' +
'</RasterSymbolizer>;'
```

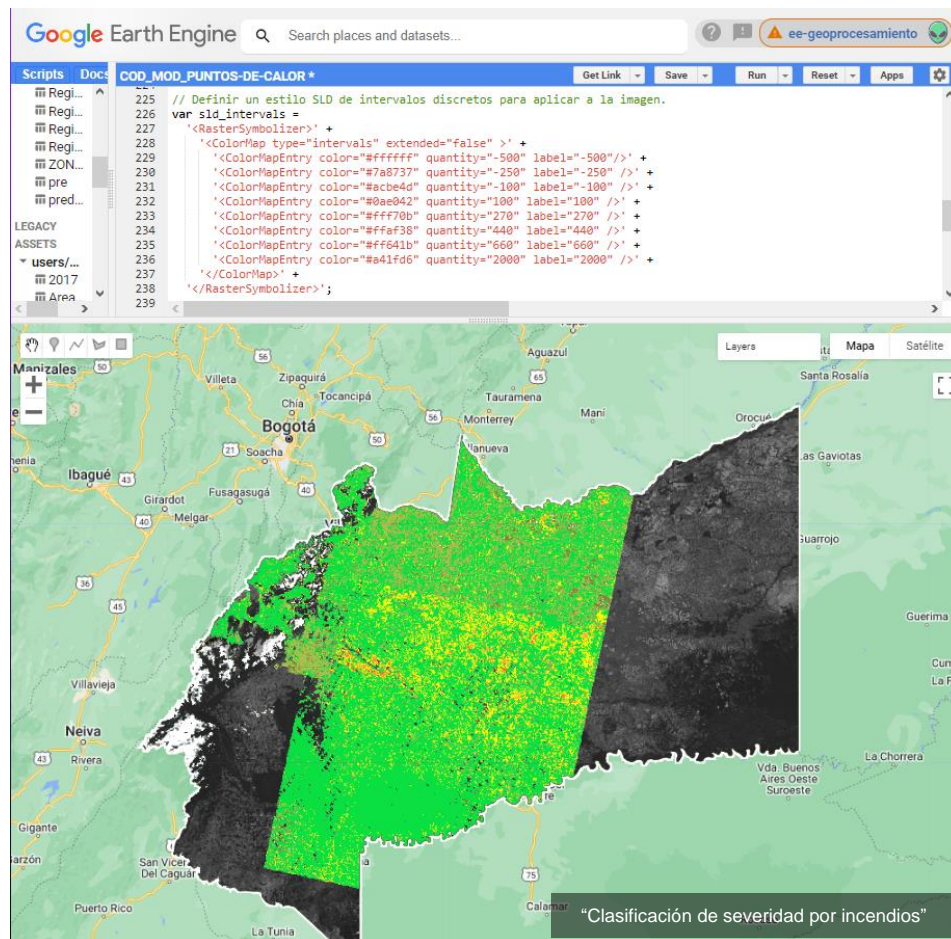
// Agregue la imagen al mapa utilizando tanto la rampa de color como los esquemas de intervalo.

```
Map.addLayer(dNBR.sldStyle(sld_intervals), {}, 'dNBR CLASIFICADO');
```

// Seperate result into 8 burn severity classes

```
var thresholds = ee.Image([-1000, -251, -101, 99, 269, 439, 659, 2000]);
```

```
var classified = dNBR.lt(thresholds).reduce('sum').toInt();
```



4. Información adicionales al código

Como adicional al código se agrega una sección de estadística para las áreas afectadas esto con el fin de a primer dato encontrar las cantidades de pixeles y % que representa cada categoría en el análisis esto con el fin de ir corroborando la información que se trae desde la interfaz de GEE a Arcgis o Qgis, como también una mini leyenda que nos muestra en el interfaz de mapa a que nivel de severidad corresponde cada color representado.

Nota: Cabe señalar que estos datos estadísticos solo aplican para zonas más reducidas puesto que el interfaz de gee solo permite analizar al tiempo solo un máximo de 100000000 pixeles por ende si el área es mucho mayor no va a generar error, la recomendación es que si son áreas extensas reducirlas a lo más mínimo para que la estadística se pueda realizar.

4.1 Agregar estadísticas de área quemada

```
// Contar el número de píxeles en toda la capa
var allpix = classified.updateMask(classified); // enmascara toda la capa
var pixstats = allpix.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.count(),          // cuenta píxeles en una sola clase
  geometry: area,
  scale: 30
});

var allpixels = ee.Number(pixstats.get('sum')); // extrae el recuento de píxeles como un número
// crea una lista vacía para almacenar valores de área
var arealist = [];
// crea una función para derivar la extensión de una clase de gravedad de quemado
// los argumentos son el número de clase y el nombre de clase
var areacount = function(cnr, name) {
  var singleMask = classified.updateMask(classified.eq(cnr)); // enmascara una sola clase
  var stats = singleMask.reduceRegion({
    reducer: ee.Reducer.count(),          // cuenta píxeles en una sola clase
    geometry: area,
    scale: 30
  });
  var pix = ee.Number(stats.get('sum'));
  var hect = pix.multiply(900).divide(10000);          // Píxel Landsat = 30m x 30m --> 900 m2
  var perc = pix.divide(allpixels).multiply(10000).round().divide(100); // obtiene el porcentaje de área por clase y
  redondea a 2 decimales
  arealist.push({Class: name, Pixels: pix, Hectares: hect, Percentage: perc});
};

// clases de gravedad en diferente orden
var names2 = ['NA', 'Gravedad alta', 'Gravedad moderada-alta',
'Gravedad moderada-baja', 'Gravedad baja', 'No quemado', 'Rebrote mejorado, bajo', 'Rebrote mejorado, alto'];
//ejecutar funcion para cada clase
for (var i = 0; i < 8; i++) {
  areacount(i, names2[i]);
}

print('Área quemada por clase de gravedad', arealist, '--> haga clic en la lista de objetos para clases individuales');
```

al finalizar el *print* anterior nos va a imprimir en el tablero de consola los valores estadísticos tal como se observa en la imagen que se muestra a continuación.

| Inspector | Console | Tasks |
|---|---------|-------|
| Use print(...) to write to this console. | | |
| Satelite seleccionado para el análisis: Landsat 8 | | JSON |
| Incendio ocurrido entre 2020-10-10 y 2021-01-01 | | JSON |
| Pre-fire Image Collection: | | JSON |
| ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (17 elements) | | JSON |
| Post-fire Image Collection: | | JSON |
| ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (3 elements) | | JSON |
| Imagen en color verdadero antes del incendio: | | JSON |
| Image (12 bands) | | JSON |
| Imagen de color verdadero posterior al incendio: | | JSON |
| Image (12 bands) | | JSON |
| Ratio de quema normalizado previo al incendio: | | JSON |
| Image (1 band) | | JSON |
| Proporción de area quemada normalizada posterior al incendio: | | JSON |
| Image (1 band) | | JSON |
| Diferencia en la relación de quema normalizada: | | JSON |
| Image (1 band) | | JSON |
| Área quemada por clase de gravedad | | JSON |
| List (8 elements) | | JSON |
| --> haga clic en la lista de objetos para clases individuales | | JSON |



Al desplegar el segmento nos debe aparecer las estadísticas de cada categoría de las clasificaciones de severidad por incendios.

| | |
|---|------|
| Área quemada por clase de gravedad | JSON |
| List (8 elements) | JSON |
| 0: Object (4 properties) | |
| Class: NA | |
| Hectares: 0 | |
| Percentage: 0 | |
| Pixels: 0 | |
| 1: Object (4 properties) | |
| Class: Gravedad alta | |
| Hectares: 5.49 | |
| Percentage: 0 | |
| Pixels: 61 | |
| 2: Object (4 properties) | |
| Class: Gravedad moderada-alta | |
| Hectares: 142.02 | |
| Percentage: 0.11 | |
| Pixels: 1578 | |
| 3: Object (4 properties) | |
| Class: Gravedad moderada-baja | |
| Hectares: 892.44 | |
| Percentage: 0.66 | |
| Pixels: 9916 | |
| 4: Object (4 properties) | |
| Class: Gravedad baja | |
| Hectares: 6239.16 | |
| Percentage: 4.62 | |
| Pixels: 69324 | |
| 5: Object (4 properties) | |
| Class: No quemado | |
| Hectares: 82817.1 | |
| Percentage: 61.39 | |
| Pixels: 920190 | |
| 6: Object (4 properties) | |
| Class: Rebrote mejorado, bajo | |
| Hectares: 32078.43 | |
| Percentage: 23.78 | |
| Pixels: 356427 | |
| 7: Object (4 properties) | |
| Class: Rebrote mejorado, alto | |
| Hectares: 12729.24 | |
| Percentage: 9.44 | |
| Pixels: 141436 | |
| --> haga clic en la lista de objetos para clases individuales | JSON |

4.2 Leyenda en el mapa

Este proceso como se menciona anterior esto se hace para que las personas puedan reconocer en el interfaz de mapa la convención de los colores que corresponden a los diferentes casos severidad por incendios en la capa de la clasificación. Para esto se debe realizar el código siguiente:

```
// Establecer la posición del panel
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-left',
    padding: '8px 15px'
  }
});

// Crear título de leyenda
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Clases de áreas afectadas por severidad',
  style: {fontWeight: 'bold',
    fontSize: '18px',
    margin: '0 0 4px 0',
    padding: '0'
  }
});

// Agregar el título al panel
legend.add(legendTitle);

// Crea y aplica estilo a 1 fila de la leyenda.
var makeRow = function(color, name) {
  // Cree la etiqueta que en realidad es el cuadro de color.
  var colorBox = ui.Label({
    style: {
      backgroundColor: '#' + color,
      // Usa padding para dar la altura y el ancho de la caja.
      padding: '8px',
      margin: '0 0 4px 0'
    }
  });

  // Cree la etiqueta rellena con el texto de descripción.
  var description = ui.Label({
    value: name,
    style: {margin: '0 0 4px 6px'}
  });

  // Devuelve el panel
  return ui.Panel({
    widgets: [colorBox, description],
    layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')
  });
};

// Paleta con los colores
// verde oliva, verde amarillento, verde lima brillante, amarillo, naranja, naranja oscuro, violeta, Blanco
var palette = ['7a8737', 'acbe4d', '0ae042', 'fff70b', 'ffaf38', 'ff641b', 'a41fd6', 'ffffff'];
```


// Nombre de la leyenda

```
var names = ['7-Rebote mejorado, alto', '6-Rebote mejorado, bajo', '5-Sin quemar', '4-Gravedad baja',  

  '3-Gravedad moderada-baja', '2-Gravedad moderada-alta', '1-Gravedad alta', '0-NA'];
```

// Agregar color y nombres

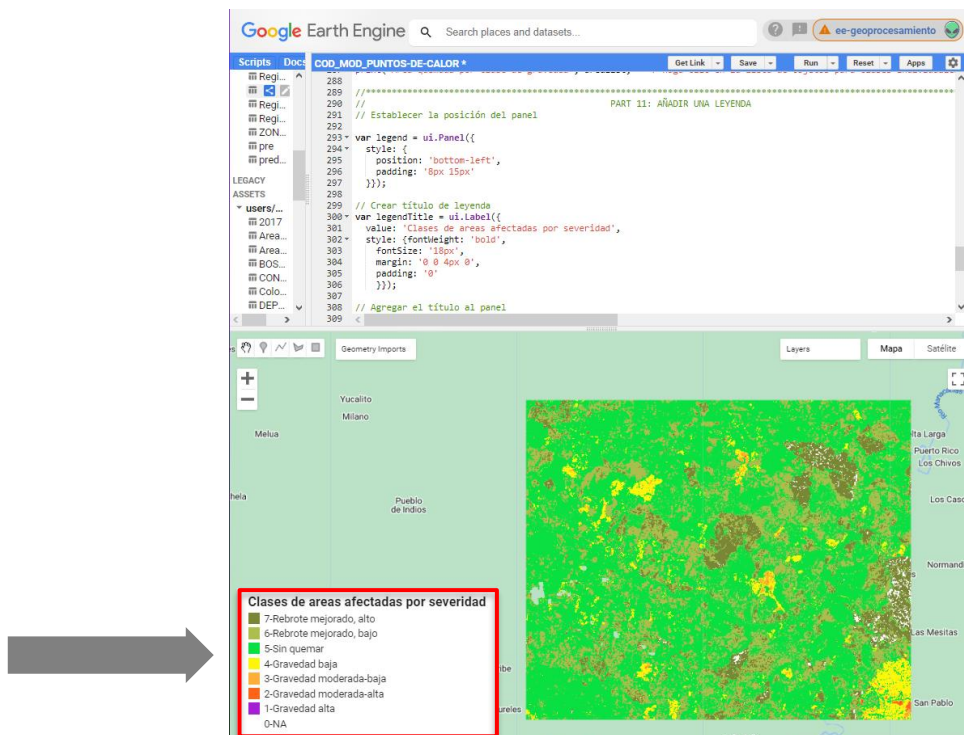
```
for (var i = 0; i < 8; i++) {  

  legend.add(makeRow(palette[i], names[i]));  

}
```

// Agregar leyenda al mapa (alternativamente, también puede imprimir la leyenda en la consola)

```
Map.add(legend);
```



4.3 Preparar exportación de archivo

Este paso final corresponde a la descarga de la clasificación de los índices de severidad y la imagen satelital que se usó para esa clasificación esto con el fin de pasar al siguiente paso de procesamiento en ArcGIS o Qgis esta se debe ver en el panel de taks los archivos listos para descargar.

//Asegúrate que al momento de descargar el archivo le ingreses el código del sistema de coordenadas que desees, como se llamara

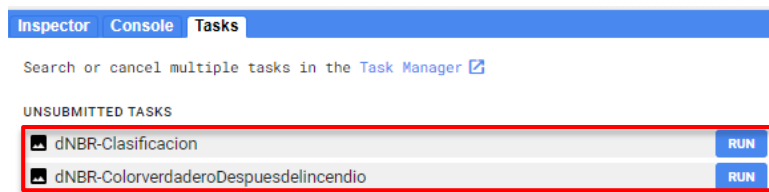
// el archivo, en que carpeta se va alojar y como aparecerá el nombre del archivo en el panel de descargas

```
var id = dNBR.id().getInfo();
```

```
Export.image.toDrive({image: dNBR, scale: 30, description:'dNBR-Clasificacion' , fileNamePrefix: 'dNBR-Clasificacion',region: area, maxPixels: 1e10}); // <--- Descarga la clasificacion
```

```
Export.image.toDrive({image: post_cm_mos.visualize(vis), scale: 30, description: 'dNBR-ColorverdaderoDespuesdelincendio', fileNamePrefix: 'dNBR-Color verdadero Despues del incendio ',region: area, maxPixels: 1e10}); // <--- Descarga la imagen despues del incendio
```


// Las descargas estarán disponibles en la pestaña 'Tareas' a la derecha de la pantalla.



Le das Run en la imagen o capa que quieres descargar y te desplegará 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

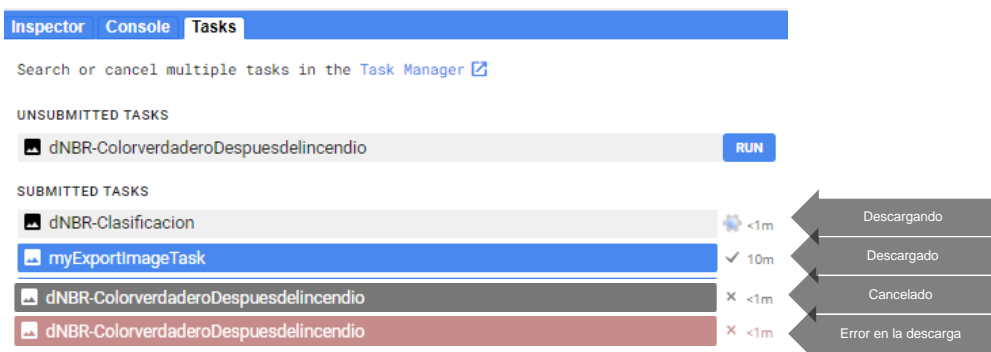
File format *
 GEO_TIFF

CANCEL RUN

Annotations:

- 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 esta 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 click este se desplegará y le damos en el botón (open to drive) y este lo dirigirá a la

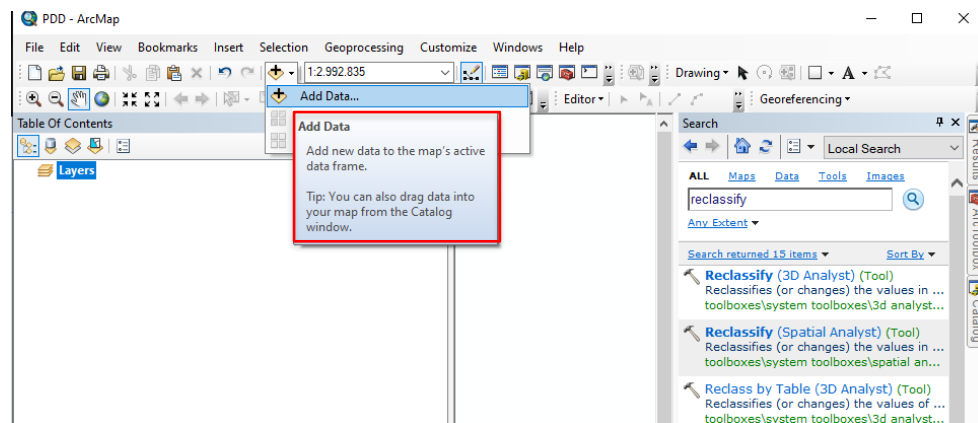
carpeta donde se encuentra el archivo descargado y de procede a descargarlo en su equipo para luego ser procesado en los softwares SIG.

5. Procesamiento de resultados en ArcGIS o Qgis

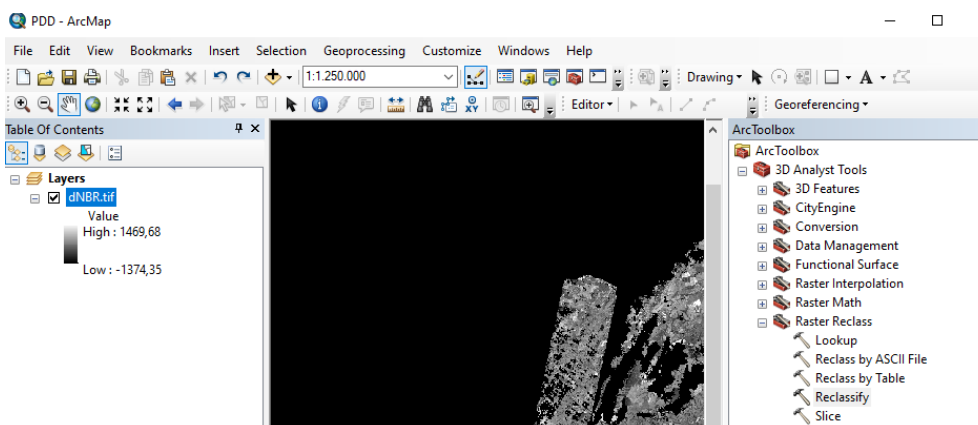
En esta fase corresponde a la preparación de los datos descargados del motor de Google earth engine para ser analizados y con ello obtener el monitoreo de las áreas afectadas por incendios para esto se divide en análisis de resultados por Arcgis y por Qgis.

5.1 Análisis de resultados en ArcGIS

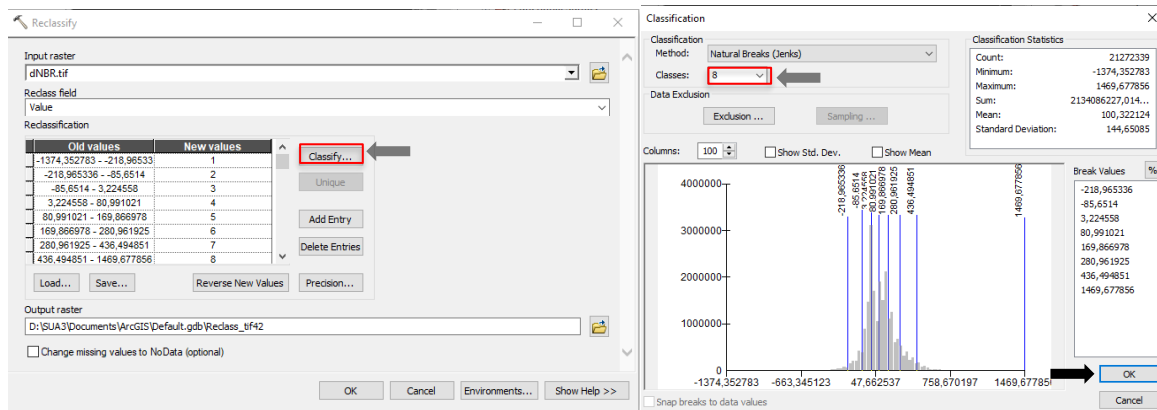
Una vez descargado los archivos raster se procede a cagar al software cada uno de los archivos descargados para ello vamos a add data>Buscamos y seleccionamos el archivo y le damos importar.



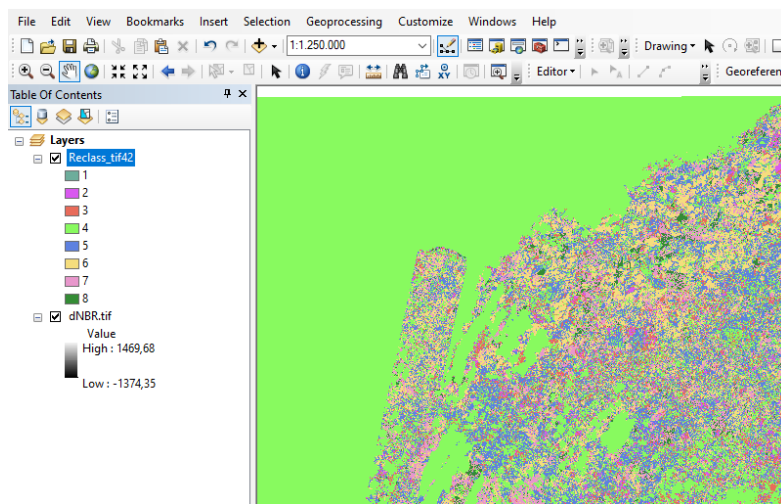
Una vez cargado los archivos de cada ráster se procede a elegir el primer archivo del primer trimestre o semestre del análisis y lo reclasificamos en 8 categorías quienes son las mismas 8 categorías que teníamos en el motor de GEE, esto lo realizamos mediante la herramienta de reclassify esto en el tablero de búsqueda colocamos reclasificar esto se puede hacer mediante arctoolbox>3D analisis tools>raster reclass>reclassify.



Una vez dado el reclasiffy operamos los siguiente: Importamos el archivo raster que descargamos> classify> classes seleccionamos 8 > OK > OK

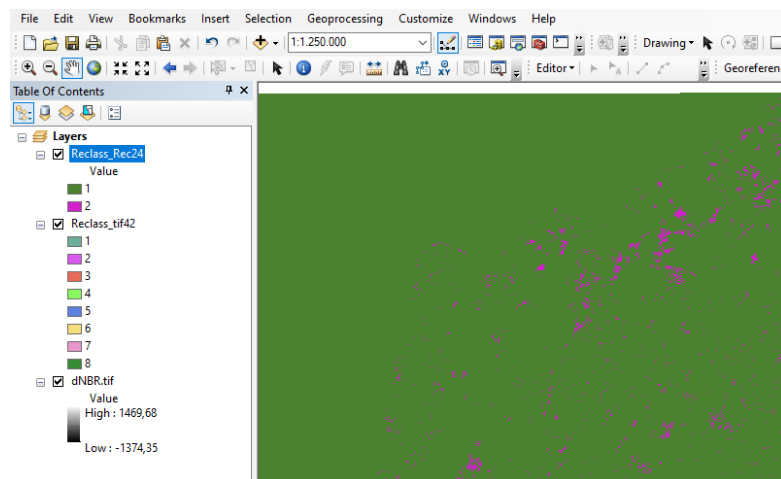


El resultado de este proceso es un raster reclasificado con las 8 clases que se le seleccionaron

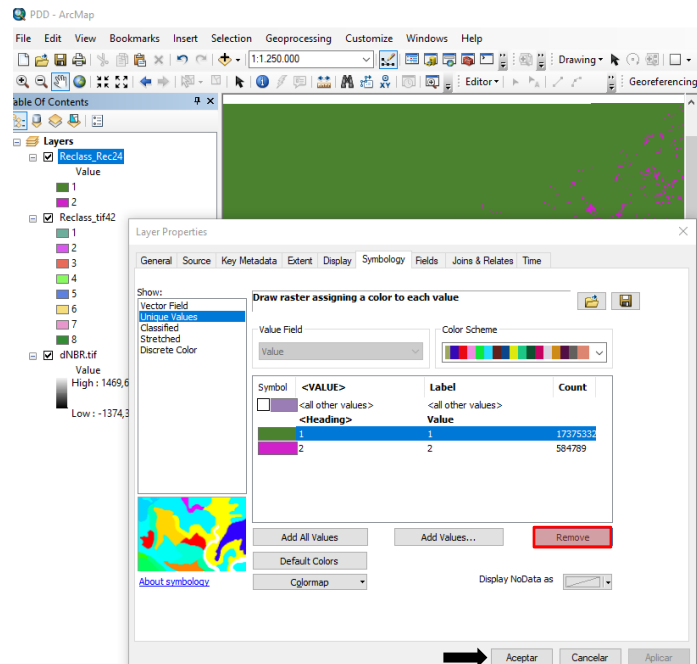


Luego se procede a reclasificar estas 8 categorías a 2 teniendo en cuenta que del 1-7 corresponde a áreas no afectadas quien precede el código 1 mientras que la categoría 8 corresponde a áreas altamente afectadas o trasformadas con código 2.

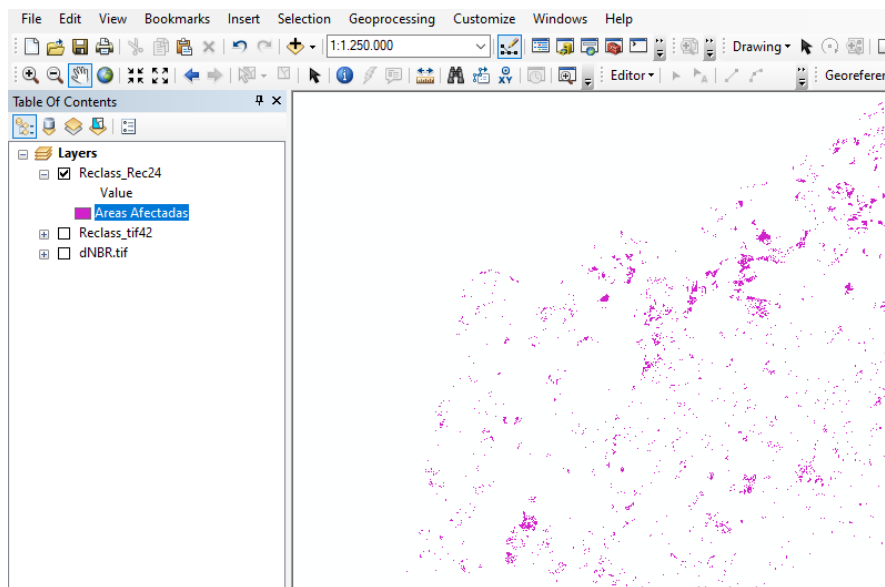
Este proceso se hace mediante la herramienta reclasificar: Importamos el archivo raster que descargamos> classify> classes seleccionamos 8 > OK > OK y como resultados obtenemos algo similar a esto



De ahí se procede a eliminar la categoría 1 para solo dejar la categoría 2 que corresponde a áreas afectadas esto se hace mediante clip derecho a la capa>propiedades>symbology>seleccionamos la categoría 1 y luego damos en remover.

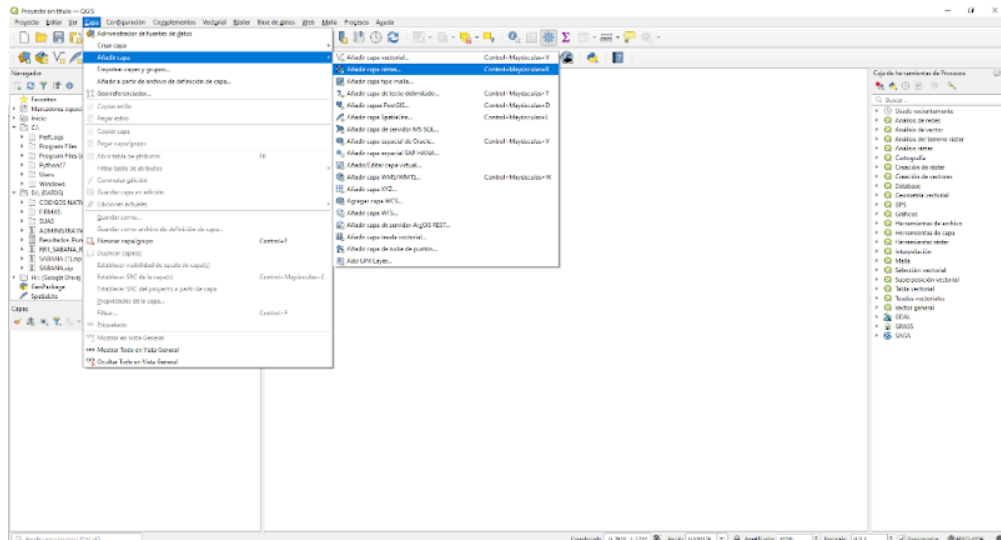


Una vez eliminada la capa de áreas no afectada se procede interceptar esta capa con los predios, puntos de calor y áreas de fugas para iniciar el analisis por predios afectados.

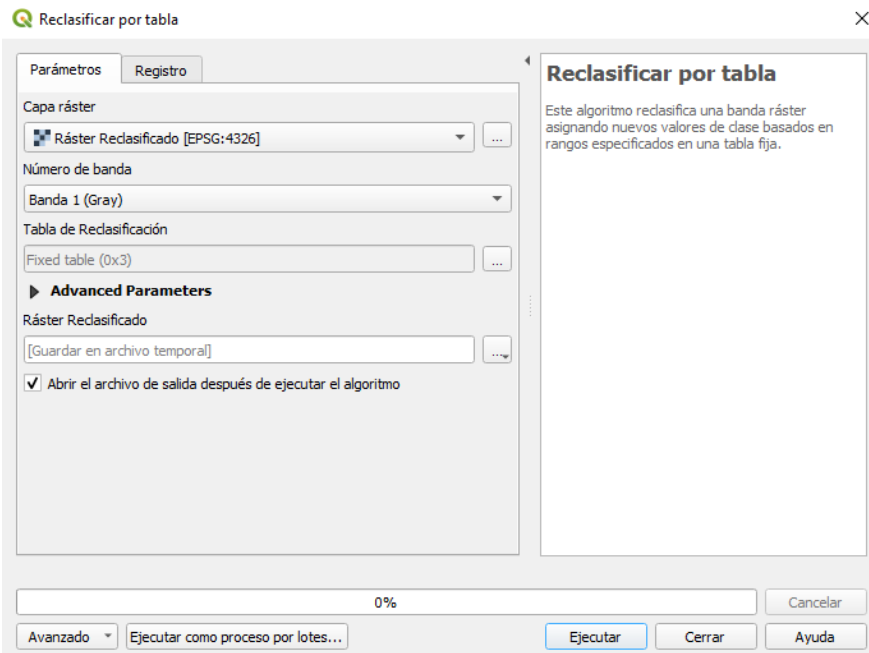


5.2 Análisis de resultados en Qgis

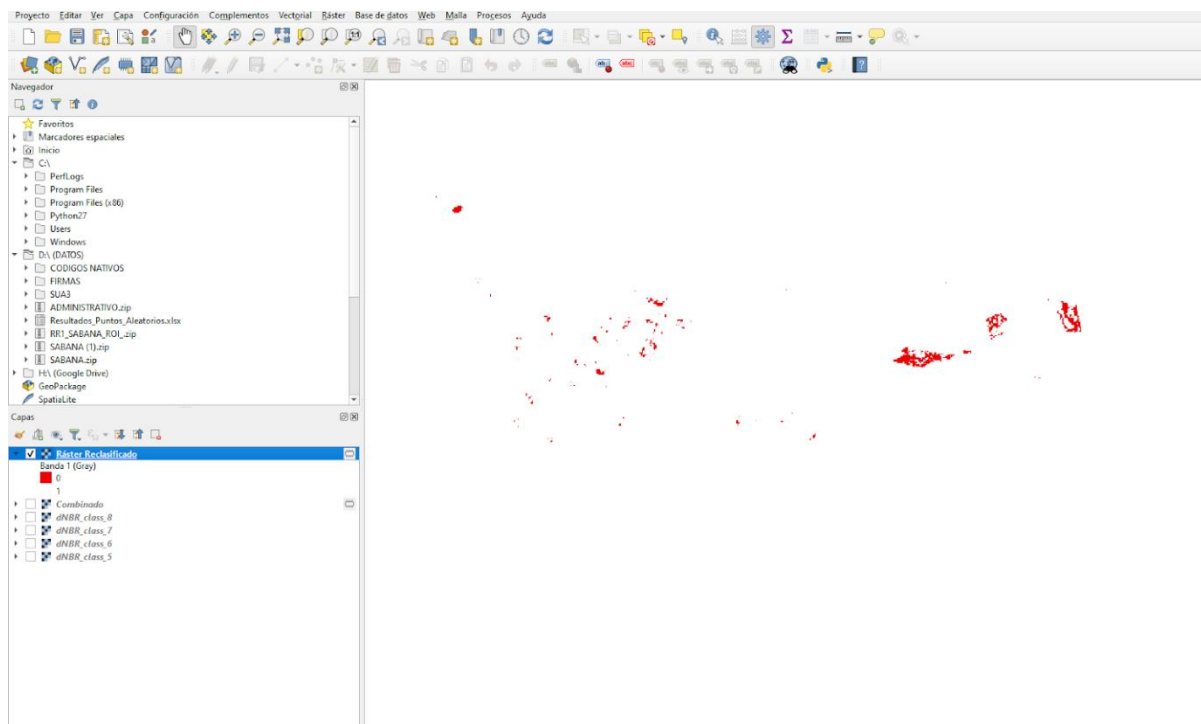
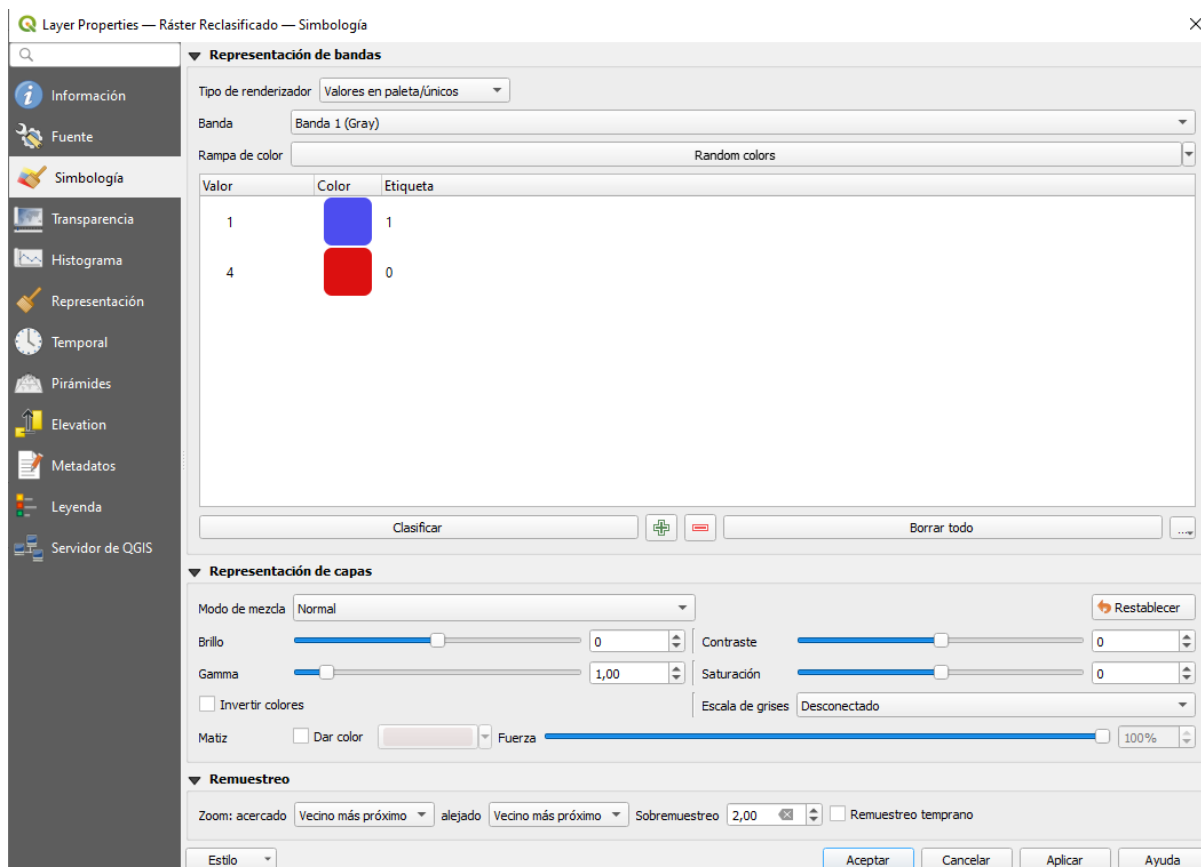
Una vez descargados los archivos raster se procede a cargar cada uno de ellos en el software Qgis vamos a la opción que está en la barra de herramientas > Capas > Agregar capas > Añadir capa ráster > Seleccionas los archivos raster que se encuentran en la carpeta que destino para descargar.



Una vez cargado el ráster procedemos a realizar una reclasificación de los valores del archivo nativo descargado y se reclasifica los rangos 1 al 7 para darle un nuevo valor de 1 y la otra categoría 8 y le damos un nuevo valor de 2 para luego hacer la clasificación de los rangos y generar las zonas que según la metodología USGS da como afectado por incendios; para esto vamos a búsqueda de herramientas > Reclasificar por tabla > expandimos el cuadro “tabla de clasificación” > Añadimos fila y seleccionamos los rangos a clasificar > Aceptar > Ejecutar y se crea las categorías de la colección.



Una vez realizada la reclasificación seleccionamos los valores e inhabilitamos los valores 1 que corresponden a áreas no afectadas y solo dejamos las habilitadas siendo el valor 2 que corresponden a las áreas afectadas y con ello iniciamos el análisis de los resultados para áreas afectadas por incendios.



Una vez realizado todo este procedimiento, se realiza la importación de las áreas a analizar y se realiza una intercepción de estas para cuantificar ya sea por formato raster o polígono las hectáreas afectadas por estos incendios.

Para ello es necesario contar cuántos píxeles afectados se encuentran dentro del polígono para así realizar la conversión de medidas y saber el área total afectada.

