



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

***“Detección de cambios de cobertura del suelo por incendio forestal en el páramo de Mojanda, año 2020, mediante análisis de imágenes satelitales”***

**Autor:** Rodríguez Meza, Adrián Gerardo

**Director del proyecto**

Ing. Kirby Powney, Eduardo Patricio, MSc

**Docente Evaluadora**

Ing. Padilla Almeida, Oswaldo PhD

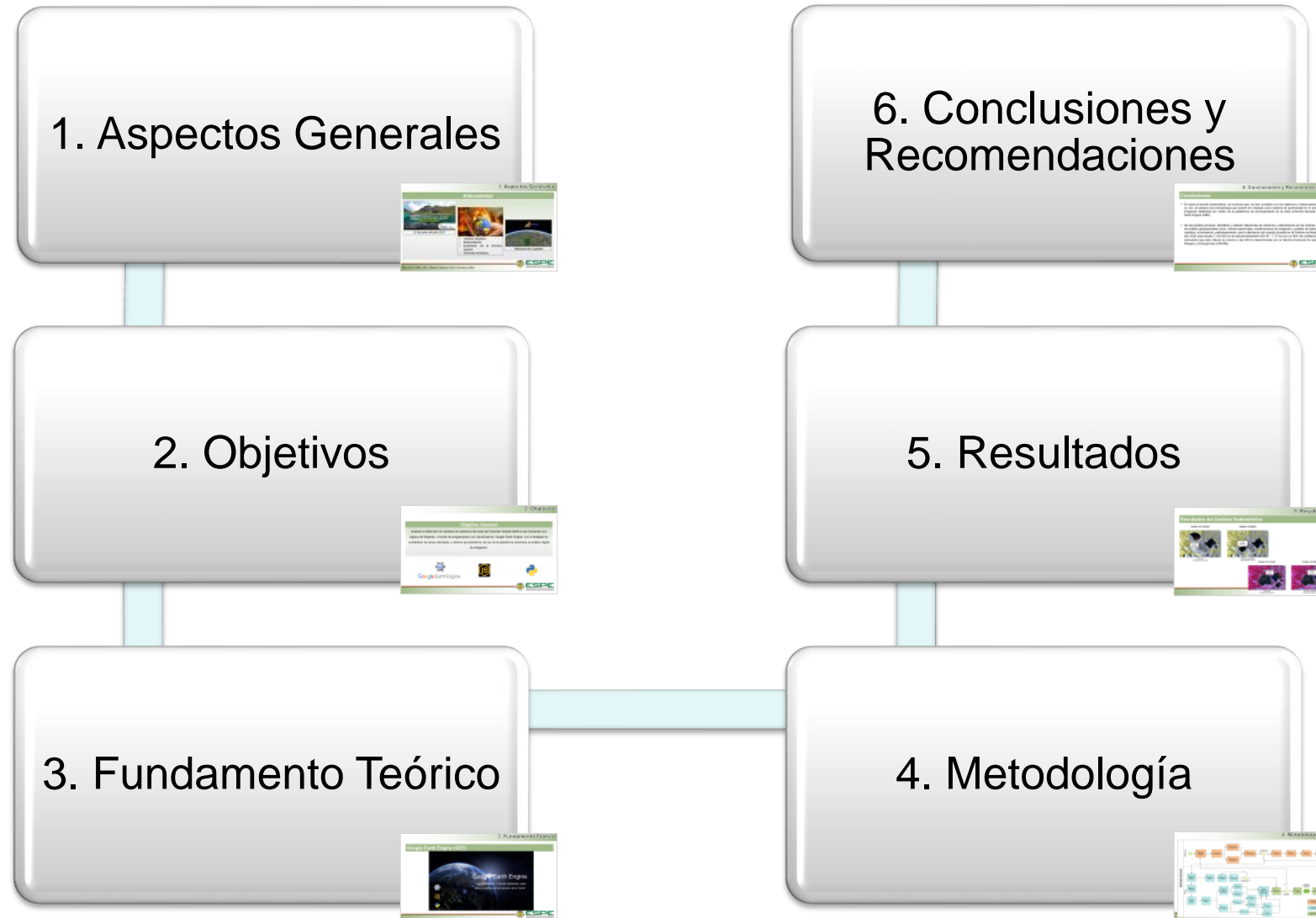
**Director de Carrera**

Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc

**Secretaria Académica**

Ab. Benavides Guzmán, Michelle

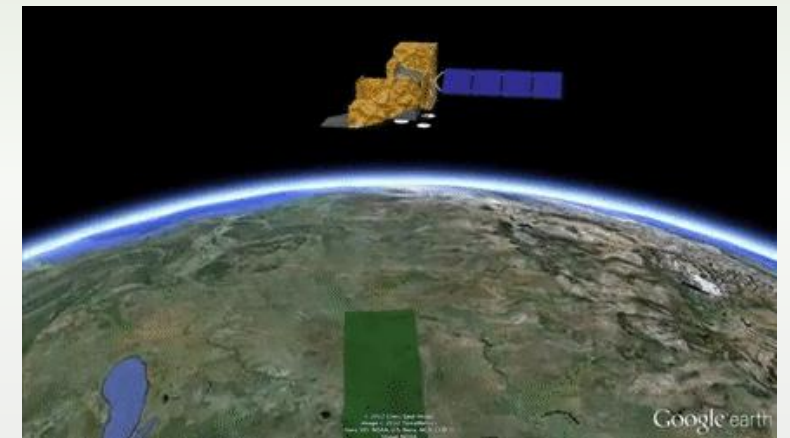




## Antecedentes



- Cambio climático.
- Deforestación.
- Expansión de la frontera agraria.
- Actividad antrópica.



Teledetección satelital

## Planteamiento del Problema

### Lucha por apagar el fuego: Impactantes imágenes del incendio en Mojanda



Impactantes imágenes del incendio en Mojanda Impactantes imágenes del incendio en Mojanda

Por Metro Ecuador | 04 de agosto 2020 a las 06:08 hrs.



## Justificación e Importancia

Disminuir el costo y la velocidad de la corrección de imágenes satelitales.

Cuantificar la superficie afectada por el incendio forestal

*“Conservar, restaurar, proteger y hacer uso sostenible de los recursos naturales”.*

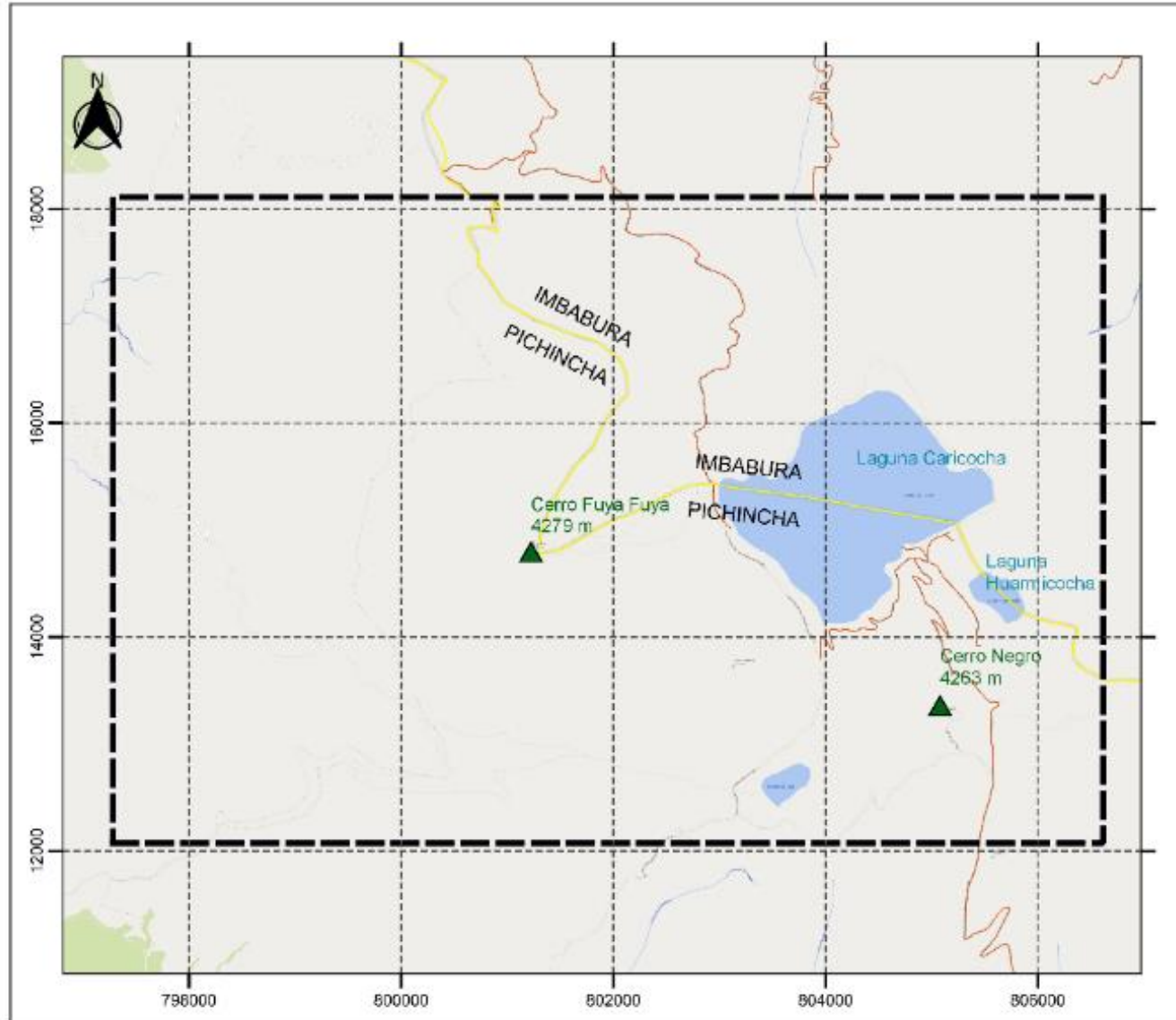
Manual de Usuario



# 1. Aspectos Generales

## MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO

1 : 55 000




### Mapa de Ubicación



#### Características de la zona de estudio

	m	km
Perímetro	30722.67	30.72267
Área	56287891.33	5628.79

#### Simbología

 Área de estudio

Escala gráfica: 1:55 000



Universidad de las Fuerzas Armadas

Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción  
Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

#### Mapa de validación del corregistro

Fuente:	Mapa base: Bing map	
Sistema de referencia:	WGS 84	
Sistema de coordenadas:	EPSG: 32617 / UTM zona 17N	
Escala:	Fecha:	Formato de Impresión:
1 / 55 000	18/6/2022	CIN A4

### Objetivo General

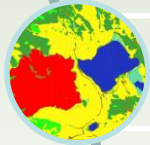
Analizar la detección de cambios de cobertura del suelo por incendio forestal 2020 en las cercanías a la laguna de Mojanda, a través de programación con JavaScript en Google Earth Engine, con la finalidad de contabilizar las áreas afectadas y obtener procedimiento de uso de la plataforma destinada al análisis digital de imágenes.



## Objetivos Específicos



Procesar la información satelital de las misiones Landsat 8, Sentinel 2 u otras, a través de la programación en GEE.



Clasificar las imágenes satelitales aplicando diferentes métodos: I/D, USC y SC; tanto en GEE como en ENVI.



Evaluar la calidad de las clases de cobertura vegetal clasificadas.



Aplicar diferentes técnicas de detección de cambios de cobertura por incendio forestal mediante GEE.



Desarrollar un Geovisitor web en que permita representar las coberturas y áreas de cambio para escala 1:100000 con la finalidad de visualizar los resultados y que los usuarios tengan una alternativa de representación.



## Google Earth Engine (GEE)



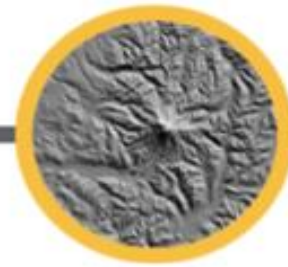
## GEE



**Landsat and Sentinel**  
Raw, TOA, SR, ...



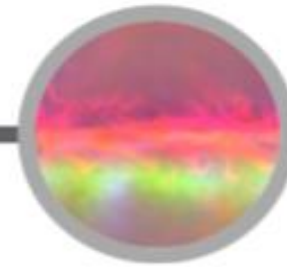
**MODIS**  
Daily, NBAR, LST, ...



**Terrain**  
SRTM, GTOPO, NED, ...



**Land Cover**  
GlobCover, NLCD, ...



**Atmospheric**  
NOAA NCEP, OMI, ...

... and many more, updating daily!

> 200 public datasets

> 5 million images

> 4000 new images every day

> 5 petabytes of data



## Editor de código (code editor)

The image shows a screenshot of the Google Earth Engine code editor interface. The interface is divided into several panels:

- Panel izquierdo (Left Panel):** Contains a file explorer showing a directory structure with folders like 'Taller\_ticec', 'Tesis', and 'Tesis\_Deteccion\_Cambios'. Below it are tool categories like 'Writer', 'Reader (5)', 'Archive', 'Examples', and 'Image'.
- Panel de edición (Editing Panel):** The central area containing a code editor with a script named 'Change\_Detection'. The code includes variables for polygons and visibility ranges.
- Panel derecho (Right Panel):** Contains the 'Inspector' and 'Console' tabs. The console shows the output of the script, including the author's name and a license notice.
- Mapa (Map):** The bottom section shows a map with a satellite view of a mountainous region. A 'Layers' panel is visible on the right side of the map.

Arrows point from text labels to specific features in the interface:

- Repositorio de Scripts (algoritmos):** Points to the 'Scripts' tab in the top navigation bar.
- Documentación de la API:** Points to the 'Docs' tab.
- Gestor de archivos:** Points to the file explorer in the left panel.
- Manejo de enlaces (URL):** Points to the 'Get Link' button above the code editor.
- Guardar cambios:** Points to the 'Save' button.
- Ejecutar el script:** Points to the 'Run' button.
- Pestaña de inspección:** Points to the 'Inspector' tab.
- Pestaña de consola:** Points to the 'Console' tab.
- Botón de ayuda:** Points to the help icon in the top right corner.
- Herramientas de Geometrías:** Points to the 'Geometry Imports' toolbar on the left side of the map.
- Manejo de las capas:** Points to the 'Layers' panel on the right side of the map.

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



## Lenguaje de programación JavaScript.

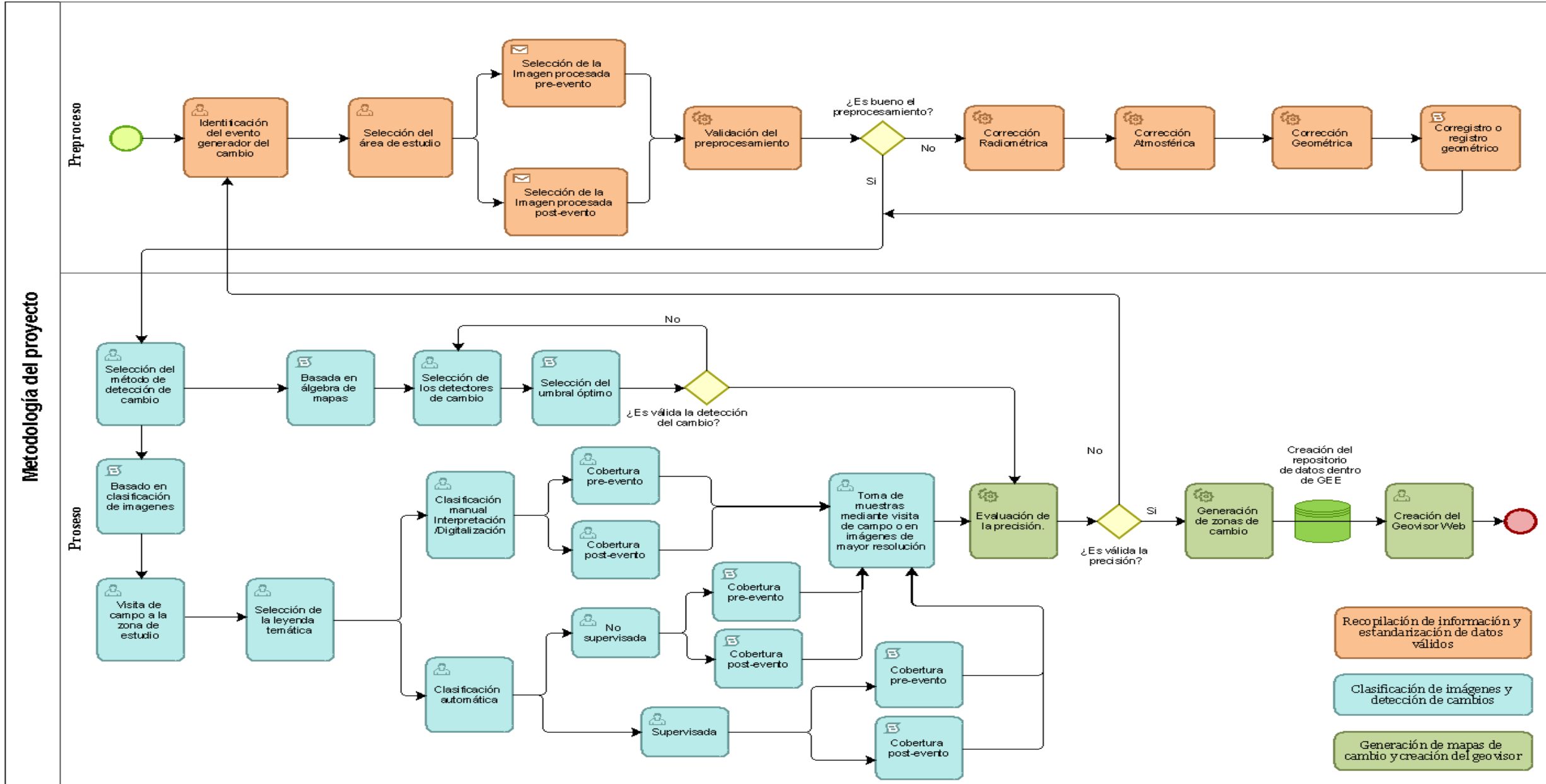


```
1 //Esto es un comentario
2 var V1 = 'Hola Universidad de las Fuerzas Armadas'; //Esto es una variable.
3 print (V1); //Muestra en consola la variable 1.
4
5 var V2 = 3, V3 = 5; //Estos son variables tipo número entero.
6 print (V2 + V3); //Imprime la suma de 3 + 5;
7
8 var V4 = true; //Variable de tipo booleano
9
10 //Esto es un condicional
11 if (V4 === true) {
12     print ('La orden es verdadera');
13 } else {
14     print ('La orden es falsa');
15 }
```

<https://code.earthengine.google.com/0bf3d54d6f4848fbdc09fcc50ef23eae>



# 4. Metodología



## Recopilación de información y estandarización de datos válidos

- ❖ Determinación del Área de Estudio: [GEE/área estudio](#).
- ❖ Descarga de Imágenes Satelitales.

Id	Plataforma	Nivel de Procesamiento	Id en GEE	Fecha de toma
1	Sentinel 2	Nivel L2A	COPERNICUS/S2_SR/20 200322T153621_2020032 2T153615_T17NQA	2020-03-22
2	Sentinel 2	Nivel L2A	COPERNICUS/S2_SR/20 200824T153619_2020082 4T154230_T17NQA	2020-08-24
3	Landsat 8	Nivel 2, colección 2, Tier 1, SR	LANDSAT/LC08/C02/T1_L 2/LC08_010060_2019082 5	2019-08-25
4	Landsat 8	Nivel 2, colección 2, Tier 1, SR	LANDSAT/LC08/C02/T1_L 2/LC08_010060_2020081 1	2020-08-11

Nombre único: 1) St2 pre = Sentinel 2 pre evento, 2) St2\_post = Sentinel 2 post evento, 3) Lt8\_pre = Landsat 8 pre evento y 4) Lt8\_post = Landsat 8 post evento.

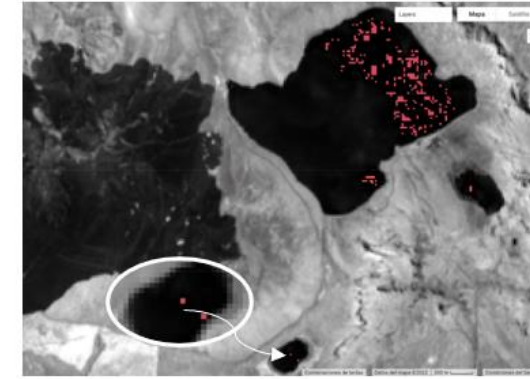
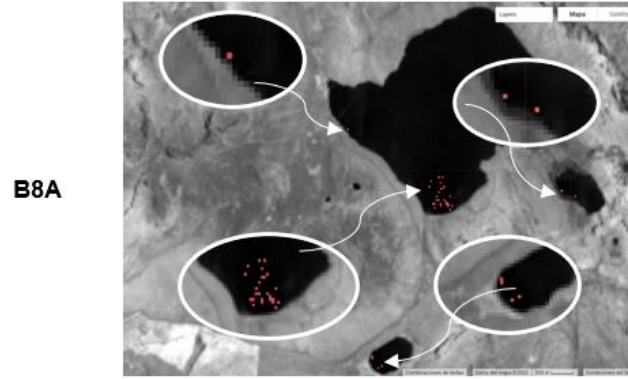
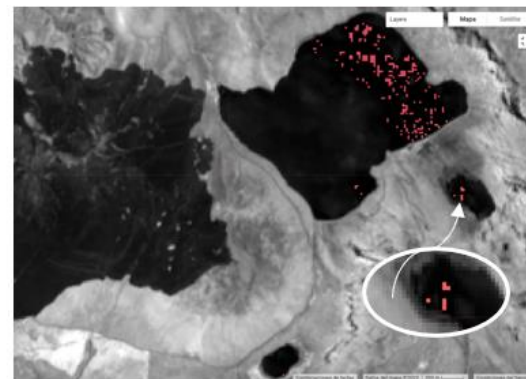
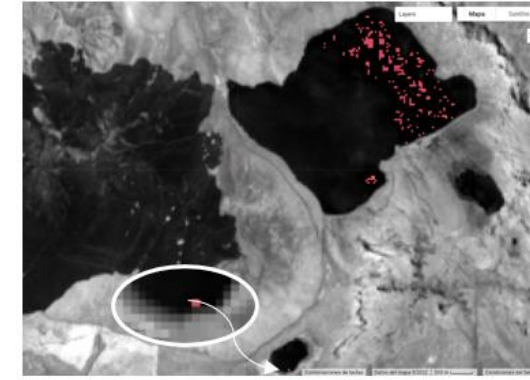
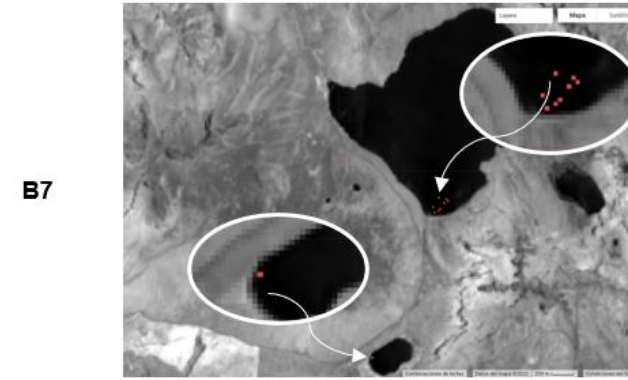
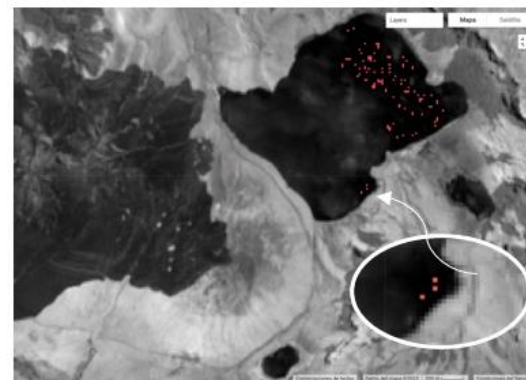


## Proceso/Análisis Radiométrico

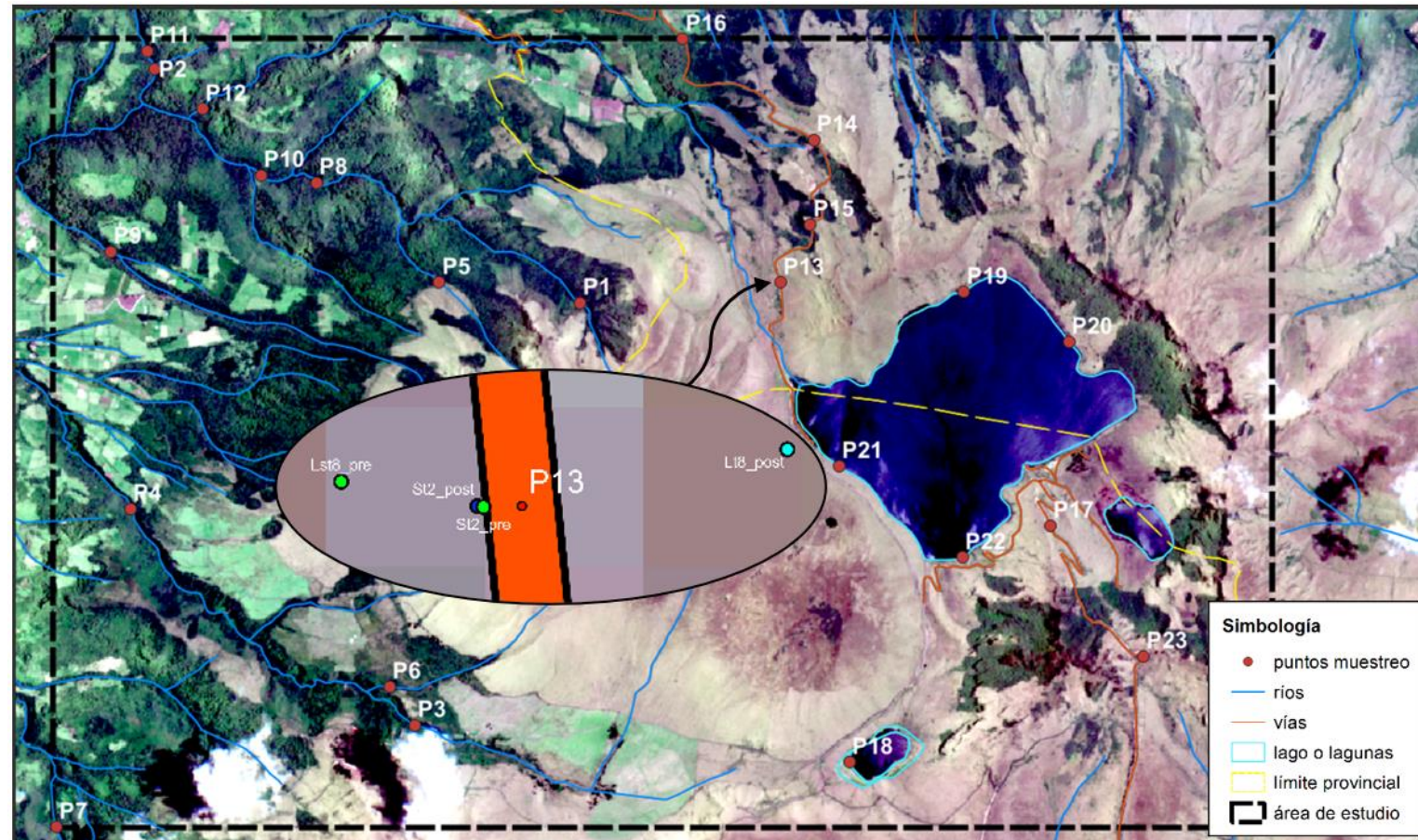
Corrección por pixeles perdidos: [aerodriguezm/Pixeles\\_perdidos](https://aerodriguezm.com/Pixeles_perdidos)

St2\_pre

St2\_post



## Validación de la Posición Geométrica

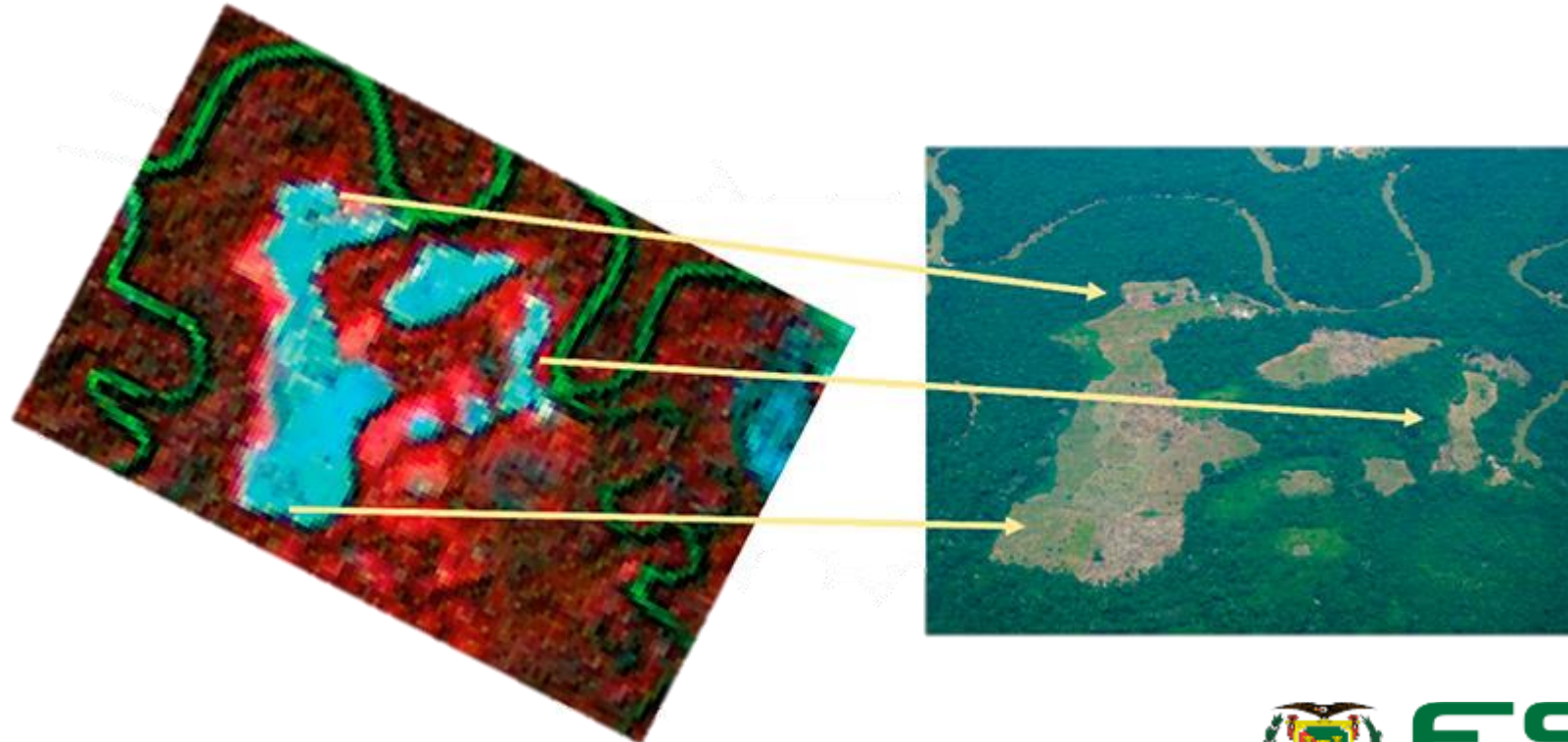




## Validación del corregistro

❖ ENVI: *“Image Registration Workflow”*

❖ GEE: [GEE/corregistro](#).



## NDVI y dNDBI

Cálculo del Índice Normalizado del Área Quemada (NBR): [GEE/NBR](#)

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Cálculo del Índice Normalizado del Área Quemada diferenciado (dNBR):

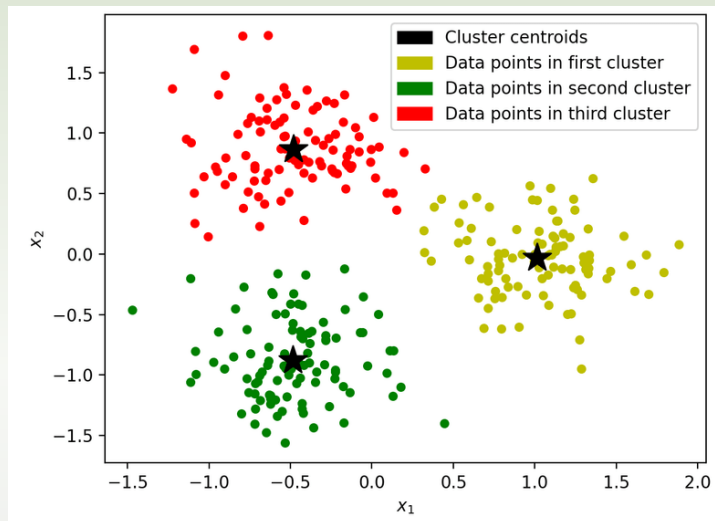
$$dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$$



## Clasificación de Imágenes.

### No supervisada (USC)

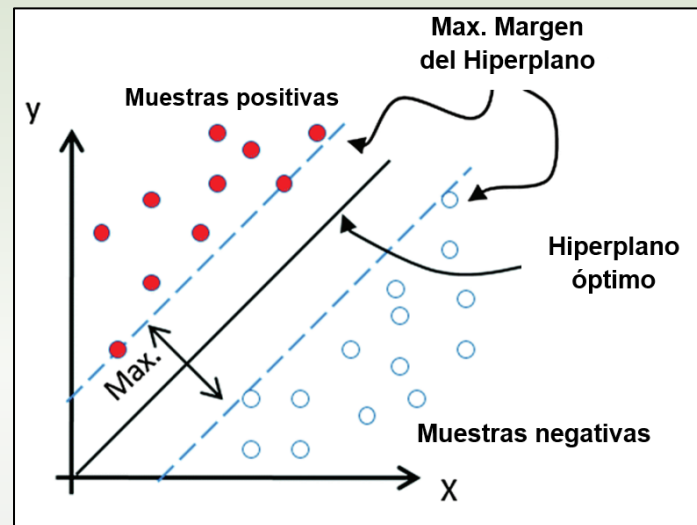
#### Algoritmo K-means



- ❖ GEE: [aerodriguezm/USC](http://aerodriguezm/USC).
- ❖ ENVI: “*K-means Clasificación*”.

### Supervisada (SC)

#### Algoritmo Support Vector Machine (SVM)



- ❖ GEE: [aerodriguezm/SC St2\\_pre](http://aerodriguezm/SC_St2_pre)
- ❖ ENVI: “*Support Vector Machine Clasificación*”

### Interpretación Digitalización

Proceso manual de clasificación, se lo lleva a cabo mediante diferentes criterios de interpretación (Chuvieco, 1991).

## Control de Calidad

### Matriz de confusión

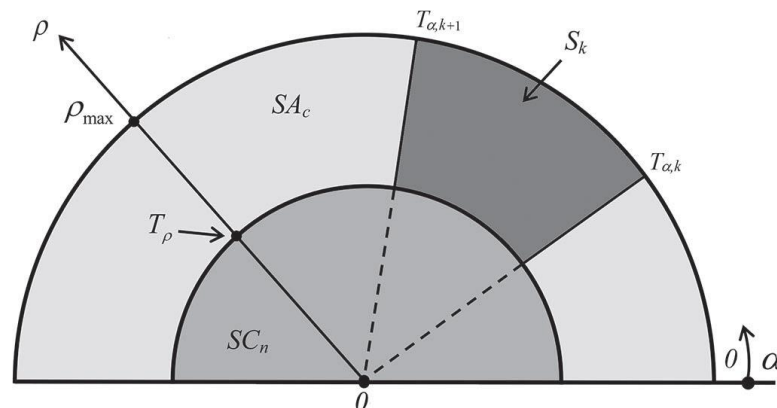
		Valor verdadero				
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase n	Total
Valor en el modelo	Clase 1	$X_{1,1}$				$X_{1+}$
	Clase 2		$X_{2,2}$			$X_{2+}$
	Clase 3			$X_{3,3}$		$X_{3+}$
	Clase n				$X_{n,n}$	$X_{n+}$
	Total	$X_{+1}$	$X_{+2}$	$X_{+3}$	$X_{+n}$	$\sum X_{i,j}$



## Detección de cambios.

### Detección de cambios basada en álgebra de mapas (DCBAM)

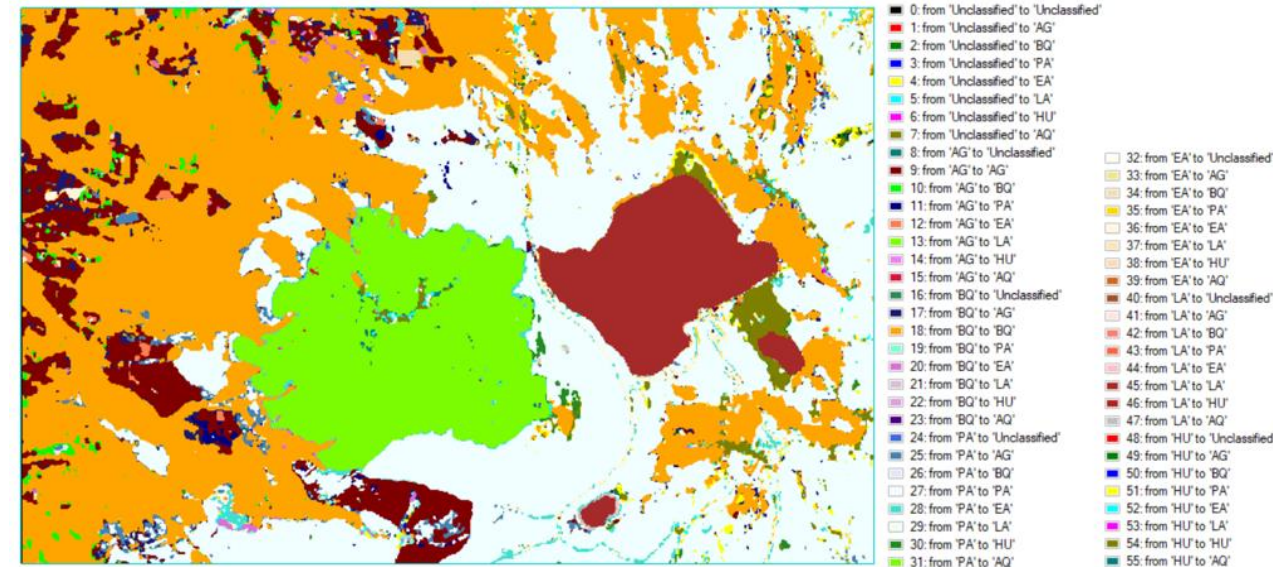
- ❖ DCBAM en GEE: Análisis de Vector de Cambio Comprimido (C2VA), [aerodriguezm/DCBAM/St2](#) y [aerodriguezm/DCBAM/Lt8](#).



- ❖ DCBAM en ENVI: “Image Change Workflow”.

### Detección de cambios basada en clasificación de imágenes (DCBCI)

- ❖ DCBCI en ENVI:



- ❖ DCBCI en GEE: [aerodriguezm/img\\_cambio](#)



## Creación del geovisor y publicación de resultados.

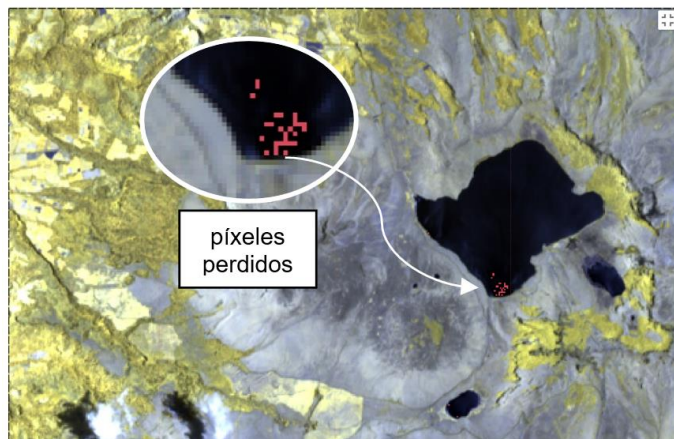
```
4_Geovisor
22 //Título del proyecto
23 var titulo_mapa = ui.Label('Geovisor del proyecto: "Detección de Cambios de Cobertura del Suelo por Incendio Forestal en el Páramo de Mojanda, Año 2020, Mediante Análi
24                               , {fontSize: '16px', fontWeight: 'bold', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
25 var creador = ui.Label('Autor: Adrián Rodríguez', {fontSize: '14px', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
26 var carrera = ui.Label('Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente', {fontSize: '14px', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
27 var tutor = ui.Label('Tutor: Ing. Eduardo Kirby, MSc.', {fontSize: '12px', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
28 var fecha = ui.Label('Fecha de actualización: 17/08/2022', {fontSize: '12px', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
29
30 //Se crea el panel de capas
31 var title = ui.Label('Panel de capas', {fontSize: '14px', fontWeight: 'bold', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
32 //Imágenes base:
33 var instr1 = ui.Label('1. Imágenes corregidas', {fontSize: '12px', backgroundColor: '#83A5A9', fontFamily: 'Arial'});
34 var imagenes_base = ui.Select({
35   items: ['St2_pre', 'St2_post', 'Lt8_pre', 'Lt8_post'],
36   placeholder: 'St2_post',
37   value: 'St2_post',
38   style: {
39     stretch: 'horizontal',
40     fontSize: '12px',
41     fontFamily: 'Arial',
42     padding: '3px',
43   },
44   onChange: function Cambio (pre){
45     imagenes_base.setValue(pre);
46   },
47 });
48 var mostrar1 = ui.Button({
49   label: 'Mostrar',
50   onClick: mostrar_img1,
51   style: {stretch: 'horizontal', fontSize: '12px', fontFamily: 'Arial', padding: '3px'}
52 });
53 var descarga1 = ui.Button({
54   label: 'Descargar'
```

Link de acceso al código: [aerodrguezm/Geovisor](https://aerodrguezm/Geovisor).



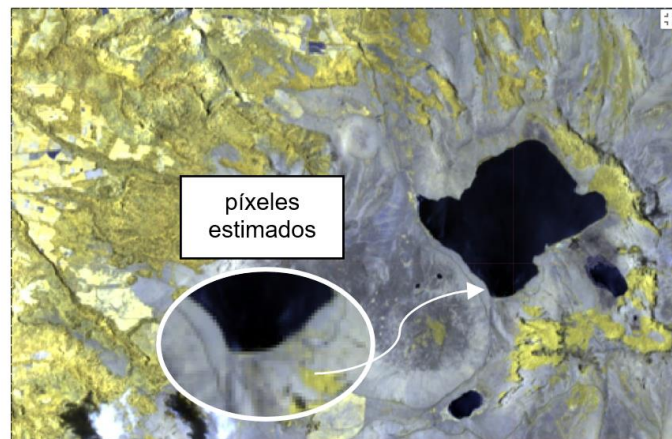
## Resultados del Análisis Radiométrico

Imagen sin corregir



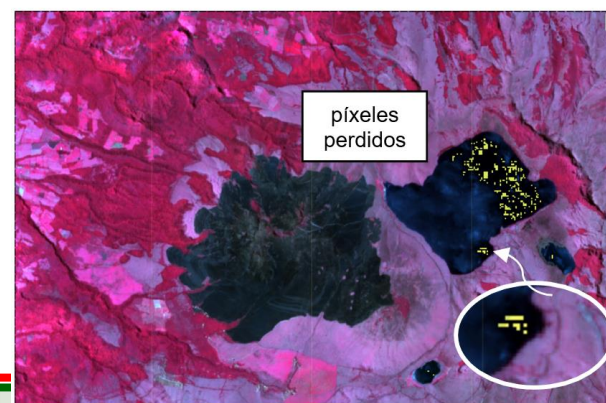
St2\_pre  
Combinación (7,6,5)

Imagen corregida



St2\_pre\_corregida  
Combinación (7.6.5)

Imagen sin corregir



St2\_post  
Combinación (8A,4,3)

Imagen corregida



St2\_post\_corregida  
Combinación (8A,4,3)

## Resultados de la Validación Geométrica (Exactitud posicional)

Parámetros	Puntos de validación vs			
	Lt8_pre	Lt8_post	St2_pre	St2_post
N° de puntos	22	22	22	22
Distancia mínima [m]	4.452	4.554	2.188	1.071
Distancia máxima [m]	21.981	29.914	26.367	18.666
Distancia promedio [m]	13.361	16.483	6.390	6.264
Desviación estándar [m]	4.410	6.639	5.345	3.601
RMSE <sub>x</sub> [m]	9.914	11.935	6.352	5.784
RMSE <sub>y</sub> [m]	9.939	13.089	1.490	4.261
Test NSSDA [m] (95%)	14.039	17.713	6.524	7.184

No es necesario realizar ninguna corrección geométrica; error menor a 30 m





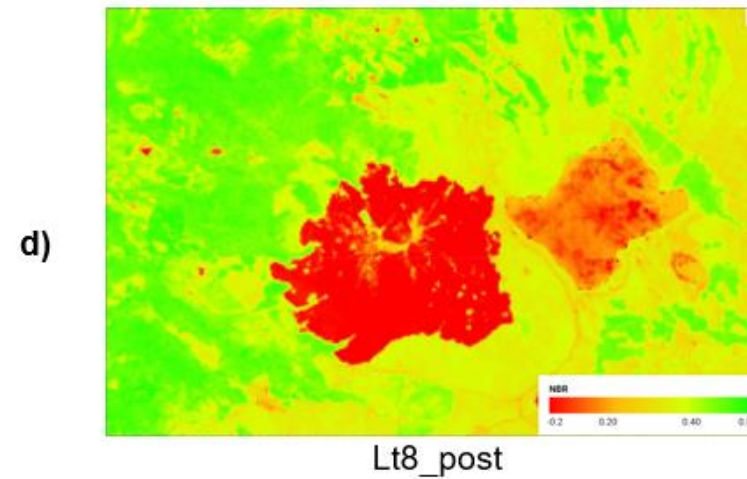
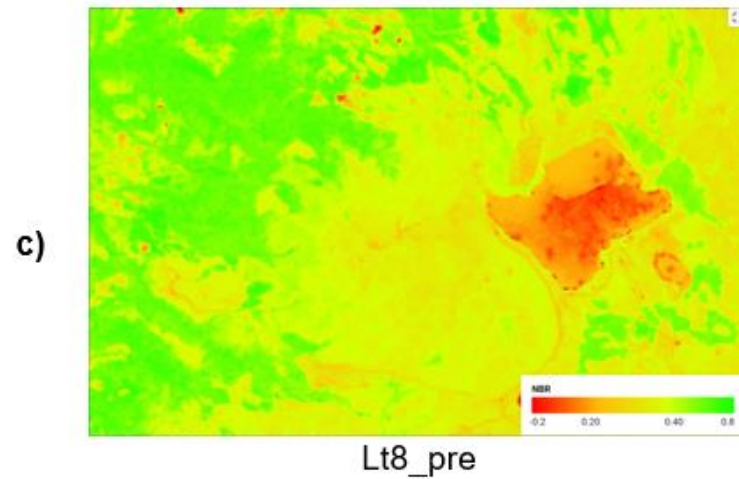
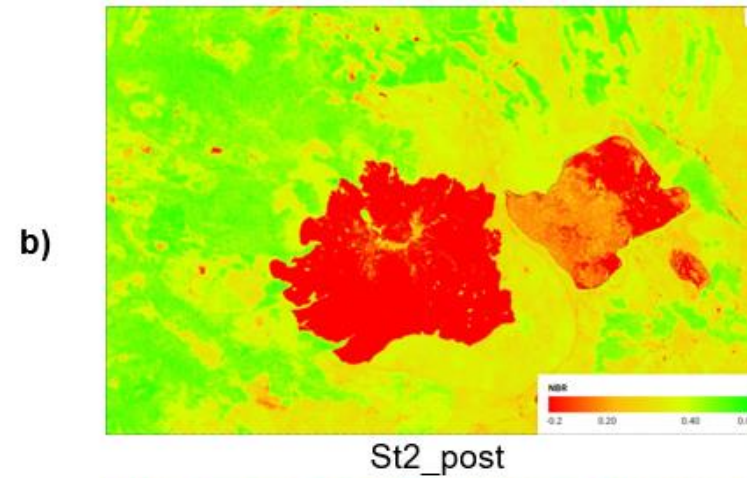
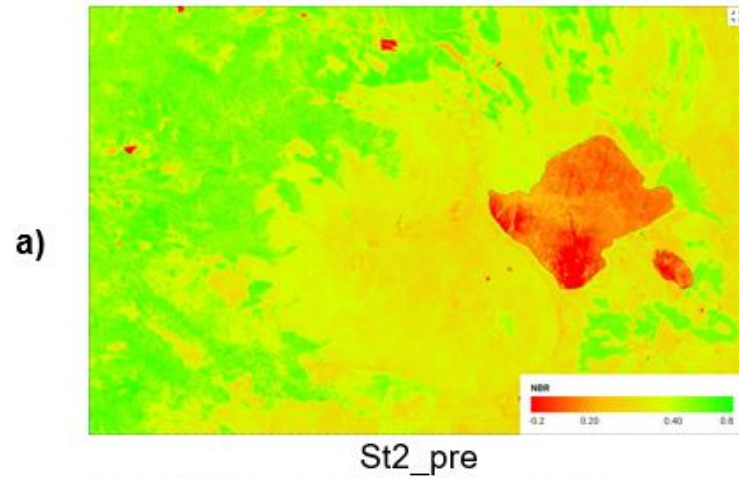
## Resultados de la Validación Geométrica (Corregistro)

Parámetros	Lt8_pre vs Lt8_post	St2_pre vs St2_post
N° de puntos	22	22
Distancia mínima [m]	0.680	0.395
Distancia máxima [m]	28.959	12.306
Distancia promedio [m]	6.783	4.207
Desviación estándar [m]	9.161	3.649
RMSE <sub>x</sub> [m]	11.580	1.678
RMSE <sub>y</sub> [m]	6.864	1.634
Test NSSDA [m] (95%)	13.461	2.343

No es necesario realizar el corregistro; error menor a 1 pixel



## Resultados del NBR.



El valor del NBR que representa la superficie afectada por el flagelo, es menor  $-0.1$

## Resultados: Registro fotográfico.

1)



3)



2)



## Resultados: Registro fotográfico.

4)










6)



5)



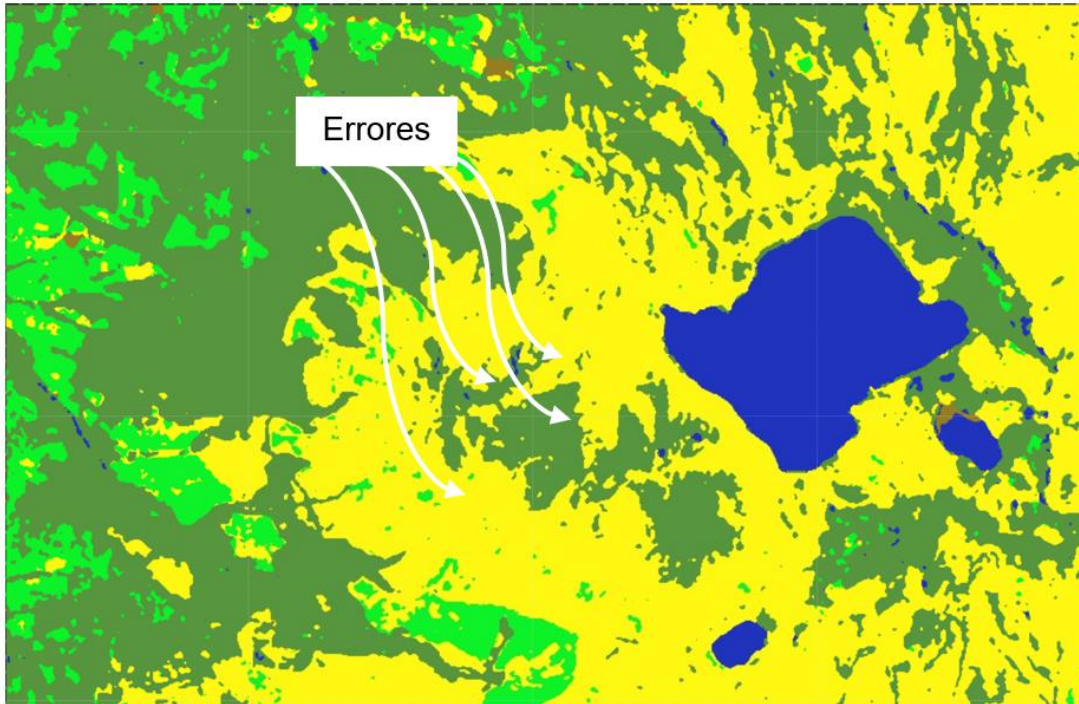
## Leyenda Temática.

Nivel 1	Nivel 2	Abreviatura	Color	
<b>1. Tierras agrícolas</b>	1.1 Áreas agrícolas o agropecuarias heterogéneas	AG	#0df229	
	2.1 Bosques	BQ	#57953e	
<b>2. Bosques y áreas seminaturales</b>	2.2. Páramo	PA	#fff812	
	2.3 Espacios abiertos con poca o ninguna vegetación.	EA	#977e23	
<b>3. Cuerpos de agua</b>	3.1 Lago o laguna	LA	#2033bc	
<b>4. Humedales</b>	4.1 Humedal de Páramo	HU	#66dca1	
<b>5. Áreas de impacto</b>	5.1 Áreas quemadas	AQ	#ff0101	

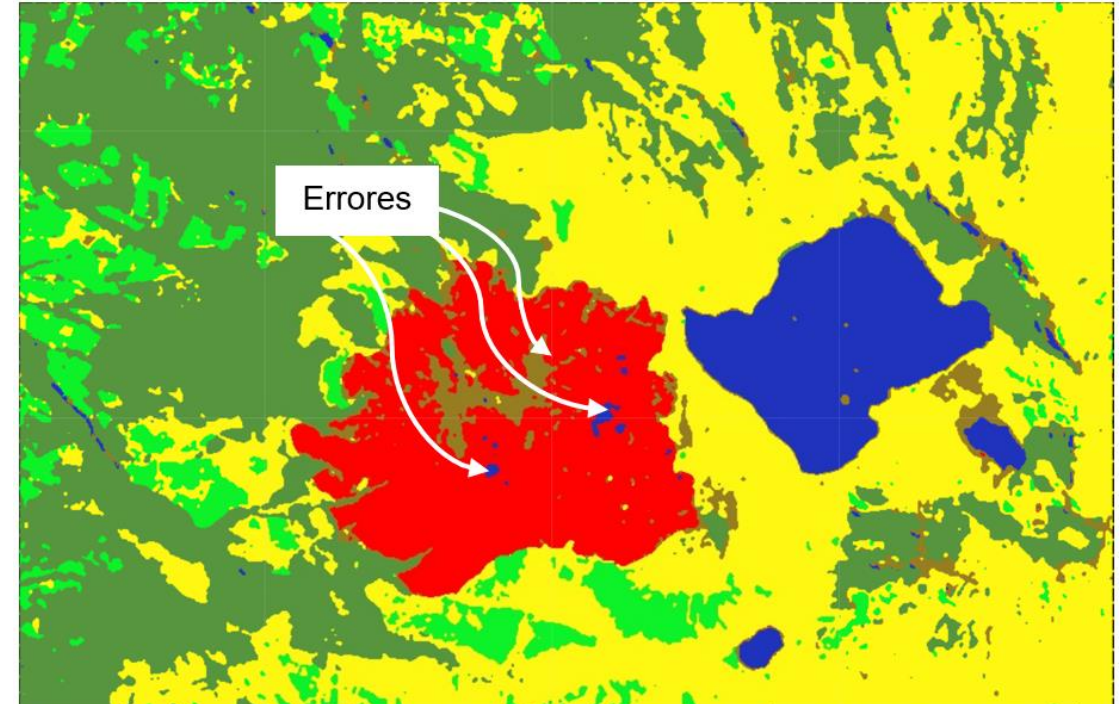


## Clasificación de Imágenes no Supervisada (USC)

❖ USC mediante GEE:



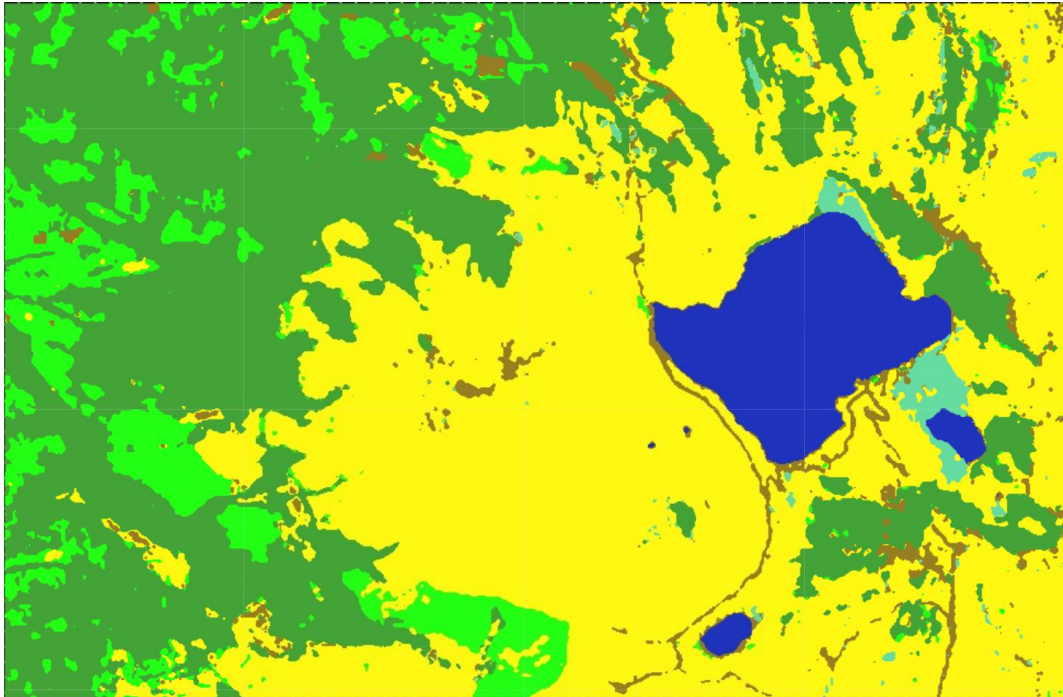
Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_pre mediante clasificación no supervisada en GEE (Cob 1 GEE).



Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_post mediante clasificación no supervisada en GEE (Cob 2 GEE).

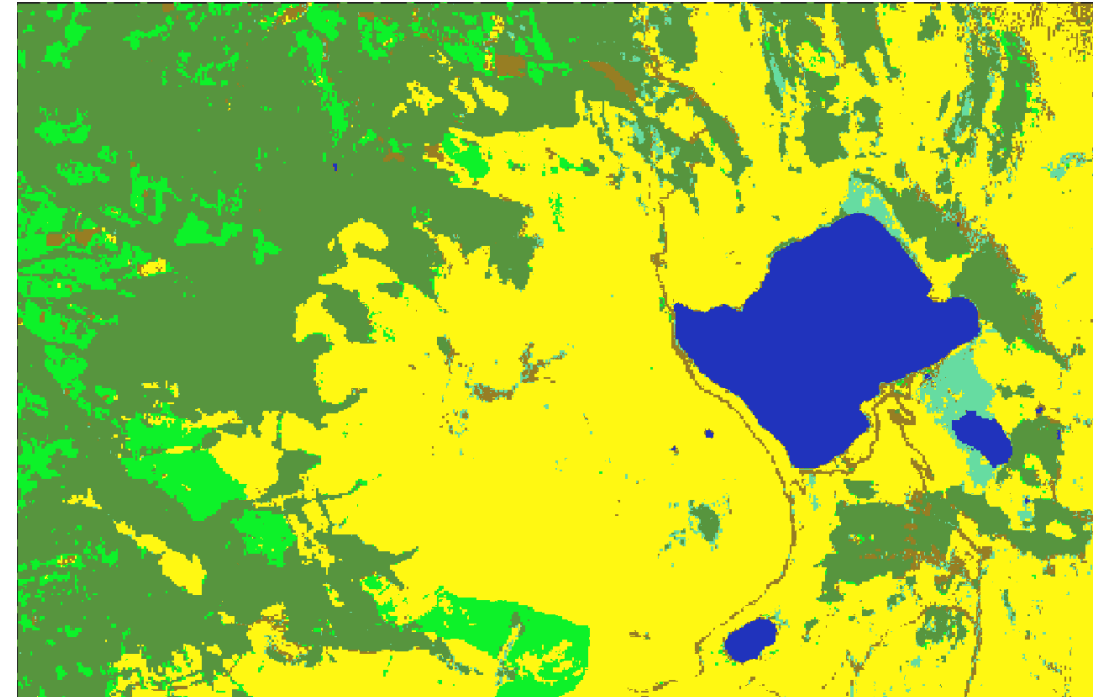
## Clasificación de Imágenes Supervisada (SC)

❖ SC mediante GEE:



Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_pre mediante clasificación supervisada en GEE (Cob 5 GEE).

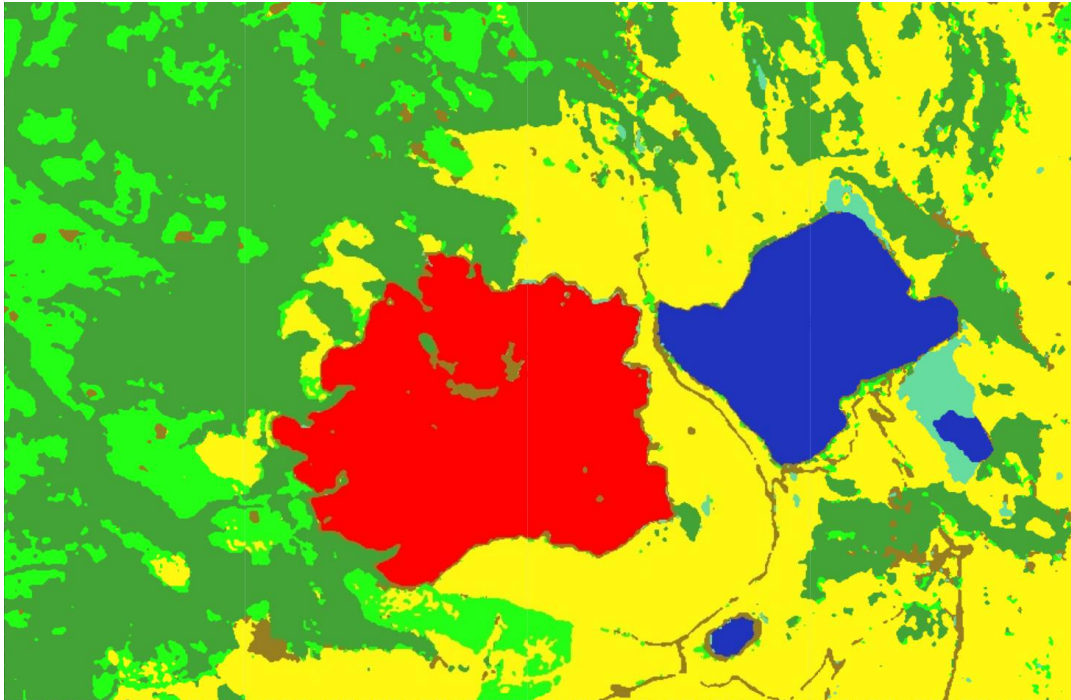
❖ SC mediante ENVI:



Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_pre mediante clasificación supervisada en ENVI (Cob 5 ENVI).

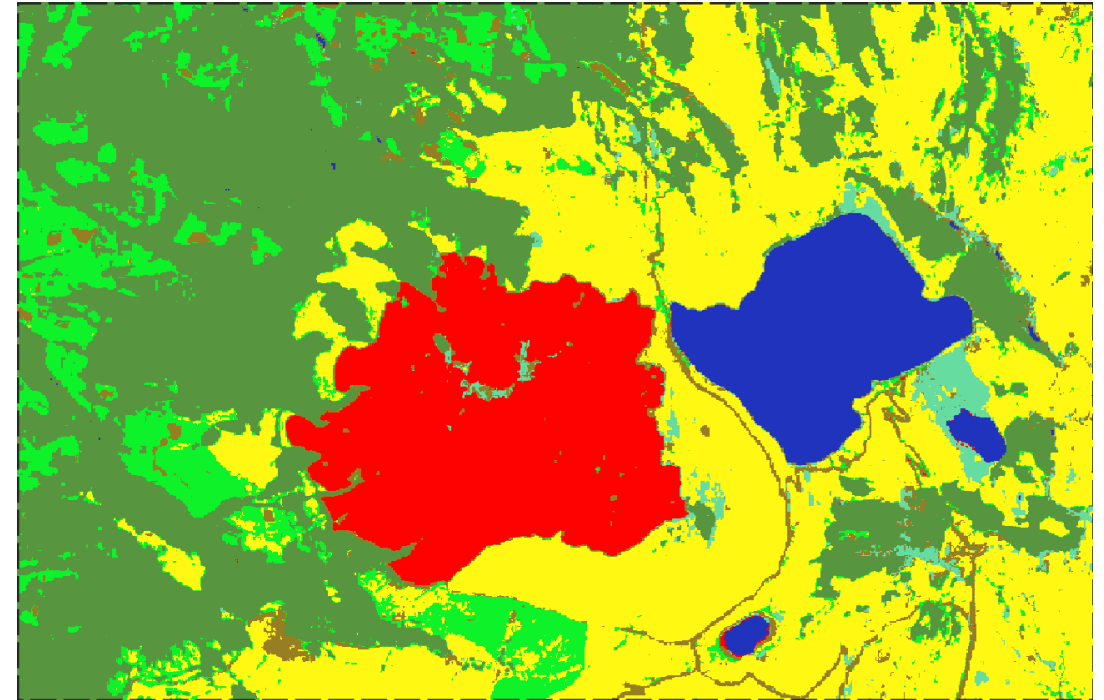
## Clasificación de Imágenes Supervisada (SC)

❖ SC mediante GEE:



Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_post mediante clasificación supervisada en GEE (Cob 6 GEE).

❖ SC mediante ENVI:



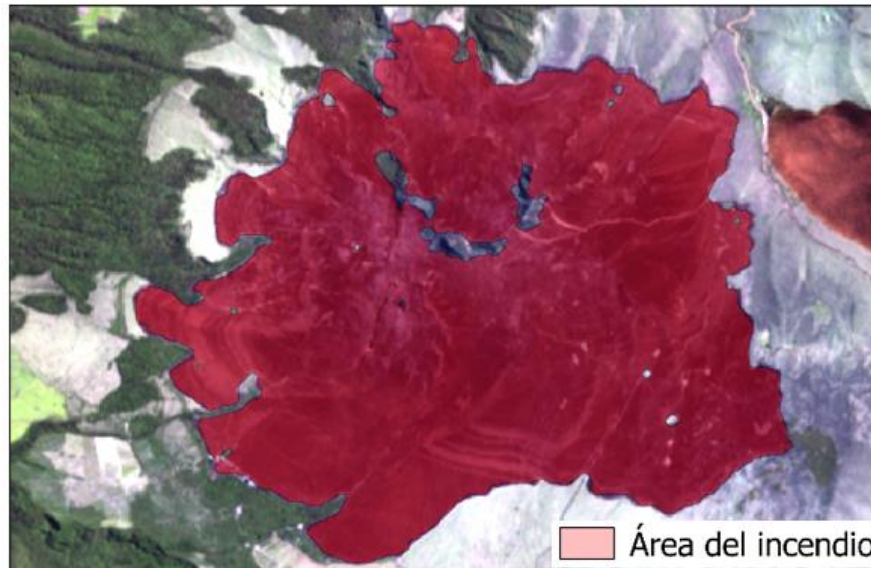
Cobertura del suelo generada a partir de la imagen St2\_post mediante clasificación supervisada en ENVI (Cob 6 ENVI).



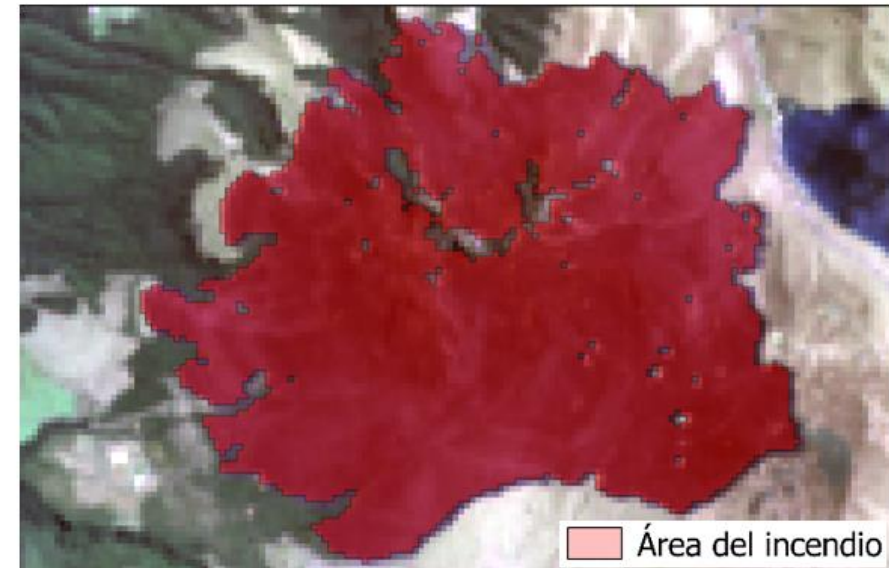
## Clasificación de Imágenes Supervisada (SC)

❖ Área del incendio a través de SC mediante GEE:

a)



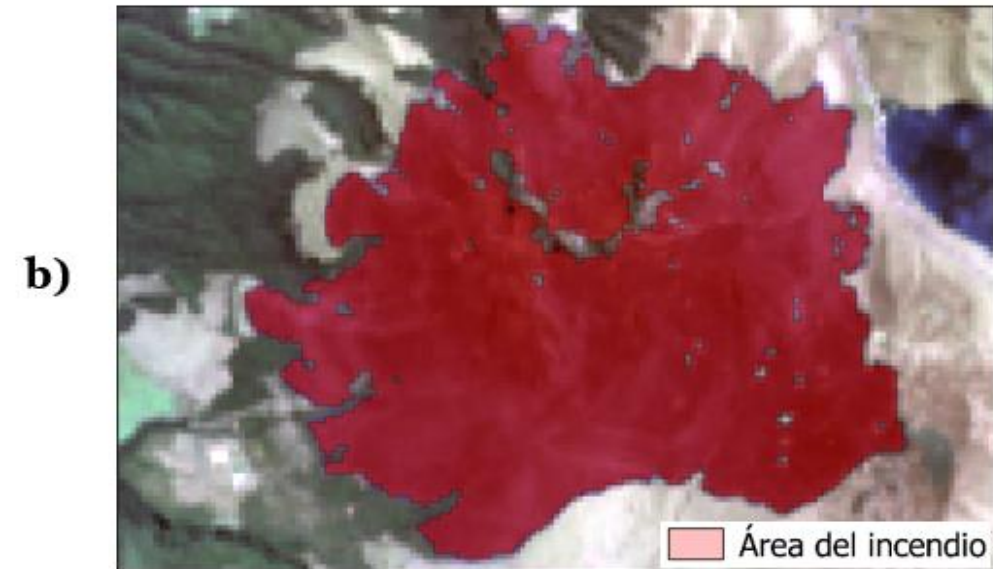
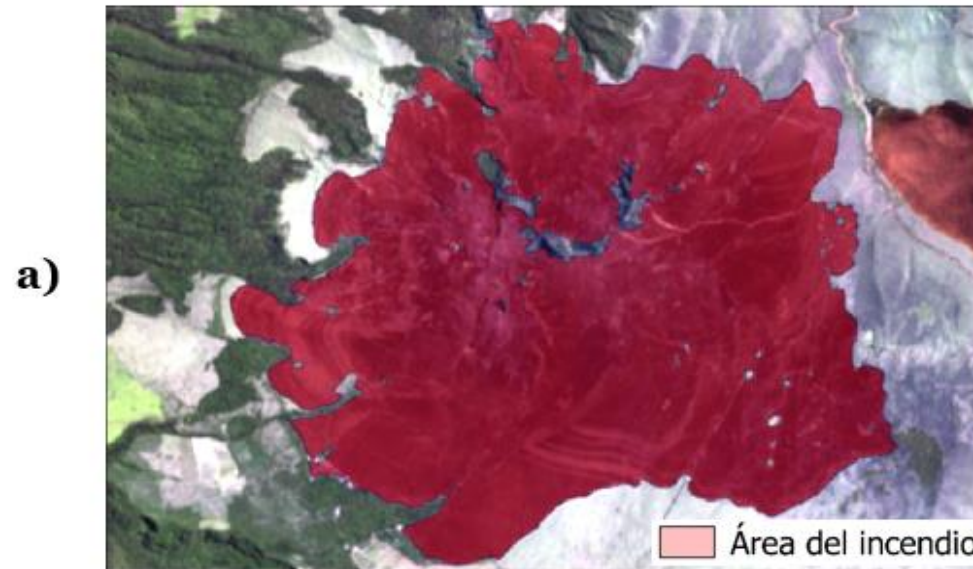
b)



Área afectada por el incendio forestal, que se extrae de: a) Cob 6 GEE y b) Cob 8 GEE; siendo 615.43 ha y 607.07 ha respectivamente.

## Clasificación de Imágenes Supervisada (SC)

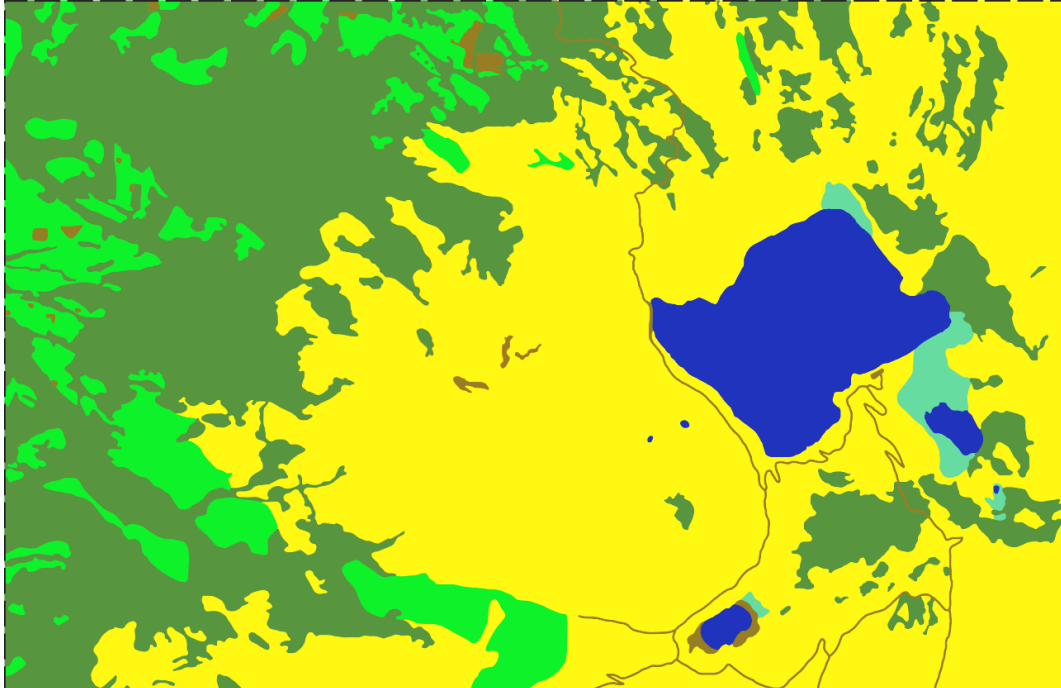
❖ Área del incendio a través de SC mediante ENVI:



Área afectada por el incendio forestal, que se extrae de: a) Cob 6 ENVI y b) Cob 8 ENVI; siendo 619.86 ha y 598.71 ha respectivamente.

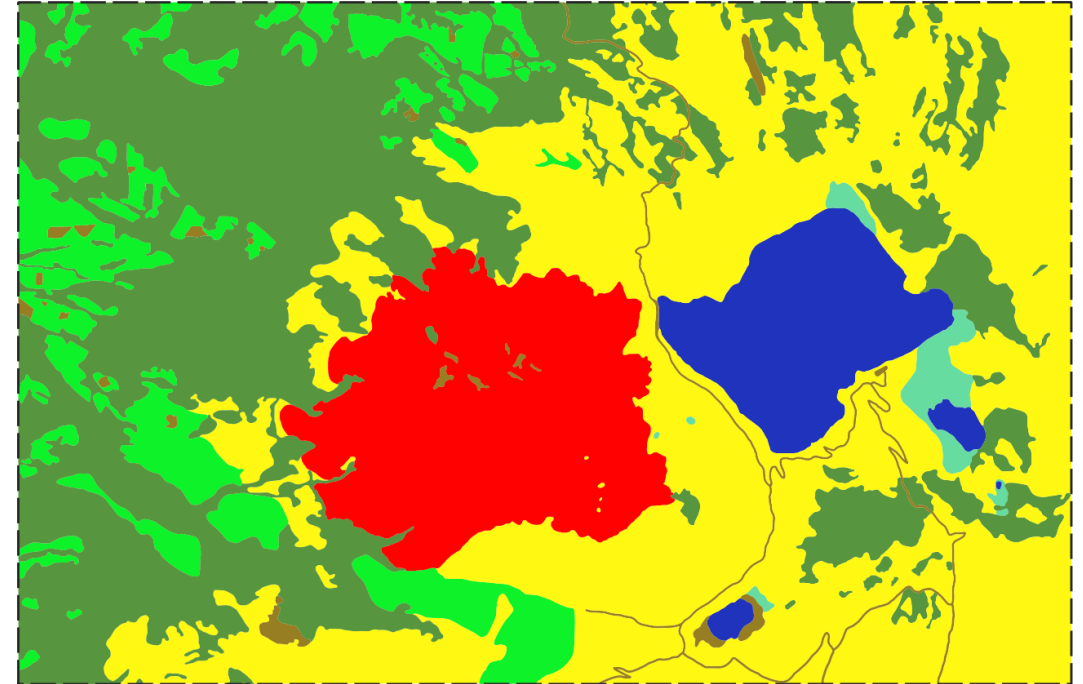
## Clasificación de Imágenes por Interpretación/Digitalización

❖ Pre incendio:



Cobertura del suelo pre evento generada a partir de interpretación/digitalización (Cob 1 QGIS).

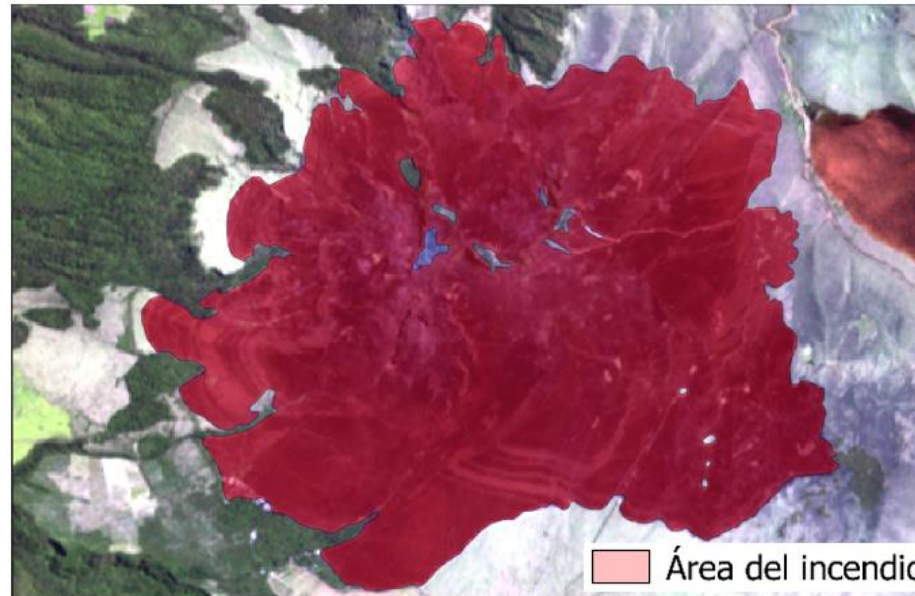
❖ Post incendio:



Cobertura del suelo post evento generada a partir de interpretación/digitalización (Cob 2 QGIS).

## Clasificación de Imágenes por Interpretación/Digitalización

- ❖ Área del incendio a través de interpretación/digitalización.



Área afectad por el incendio forestal, que se extrae de Cob 2 QGIS (636.06 ha)

## Resultados Estadísticos y Validación de las Clasificaciones.

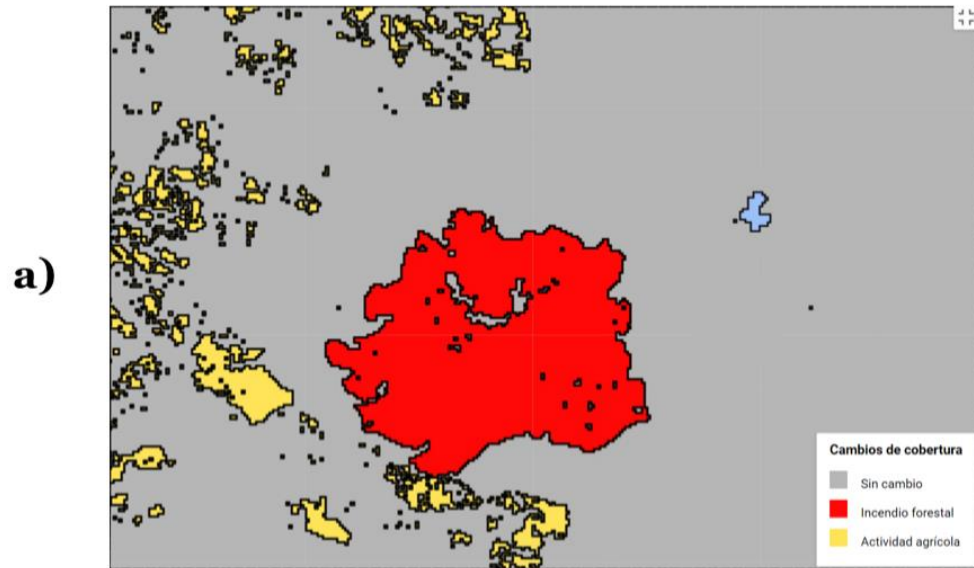
Cobertura	F (%)	$\hat{\kappa}$	Evaluación	Aprobación
Cob 1 GEE	73.08	0.605	Muy buena	Rechazado
Cob 2 GEE	78.85	0.705	Muy buena	Rechazado
Cob 3 GEE	65.38	0.496	Buena	Rechazado
Cob 4 GEE	69.23	0.583	Buena	Rechazado
Cob 5 GEE	92.31	0.892	Excelente	Aprobado
Cob 6 GEE	86.54	0.822	Excelente	Aprobado
Cob 7 GEE	78.85	0.7	Muy buena	Aprobado
Cob 8 GEE	78.85	0.721	Muy buena	Rechazado
Cob 1 ENVI	73.08	0.591	Buena	Rechazado
Cob 2 ENVI	75	0.658	Muy buena	Rechazado
Cob 3 ENVI	67.31	0.545	Buena	Rechazado
Cob 4 ENVI	63.46	0.492	Buena	Rechazado
Cob 5 ENVI	92.31	0.892	Excelente	Aprobado
Cob 6 ENVI	86.54	0.824	Excelente	Aprobado
Cob 7 ENVI	75	0.646	Muy buena	Rechazado
Cob 8 ENVI	80.77	0.748	Muy buena	Aprobado
Cob 1 QGIS	98.08	0.973	Excelente	Aprobado
Cob 2 QGIS	98.08	0.975	Excelente	Aprobado



## Detección de Cambios Basada en Álgebra de Mapas (DCBAM).

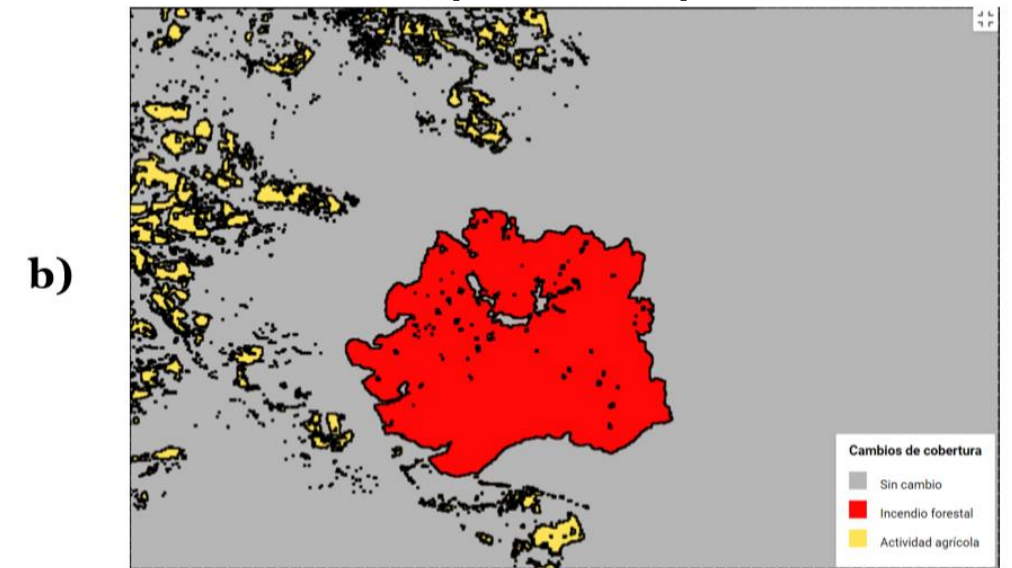
### ❖ Resultados de GEE

Lt8\_pre vs Lt8\_post



$Sk$	Descripción	$T_\rho$	$\rho_{max}$	$T_{\alpha,k}$	$T_{\alpha,k+1}$	Área [ha]
0	Sin cambio	0	8	0	180	4759.43
1	Incendio forestal	27	110	30	70	620.10
2	Actividad agrícola	8	150	49	110	248.05

St2\_pre vs St2\_post

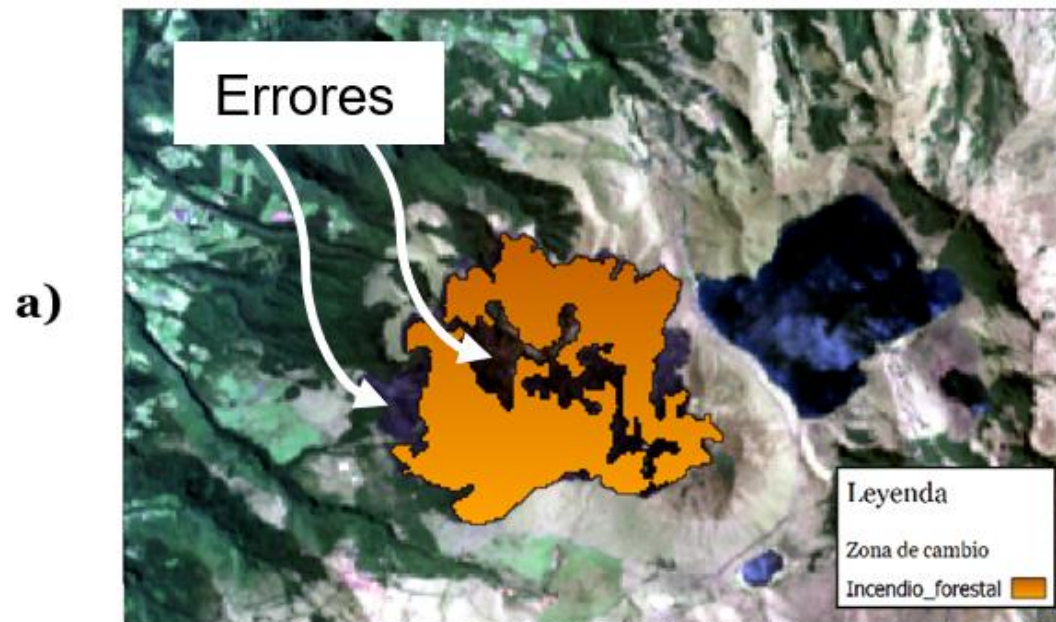


$Sk$	Descripción	$T_\rho$	$\rho_{max}$	$T_{\alpha,k}$	$T_{\alpha,k+1}$	Área [ha]
0	Sin cambio	0	10	0	180	4771.82
1	Incendio forestal	27	131	38	110	631.34
2	Actividad agrícola	10	150	50	117	232.62

## Detección de Cambios Basada en Álgebra de Mapas (DCBAM).

### ❖ Resultados de ENVI

Lt8\_pre vs Lt8\_post



Valor del área de afectación: 612.172 ha

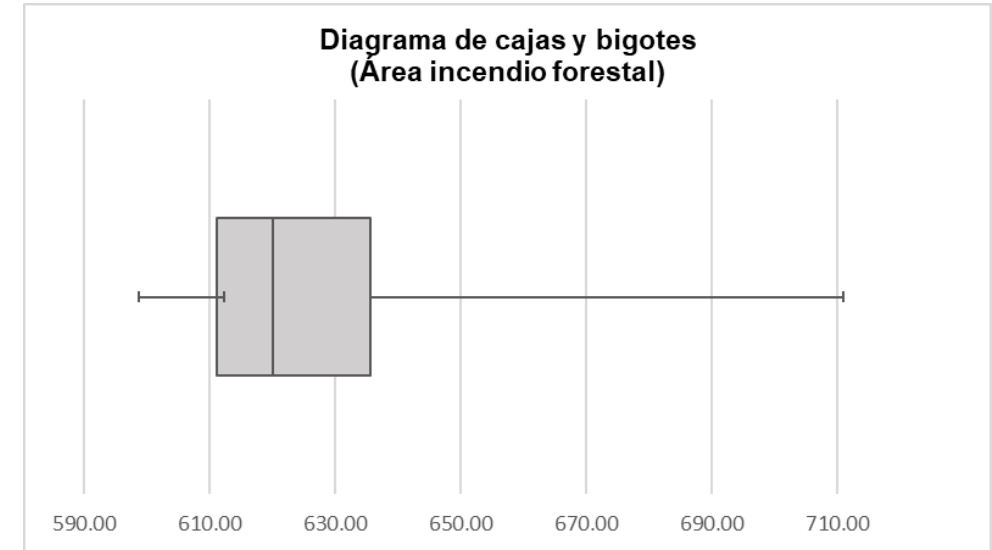
St2\_pre vs St2\_post



Valor del área de afectación: 686.604 ha

## Estadísticos de Validación del Área Incendiada.

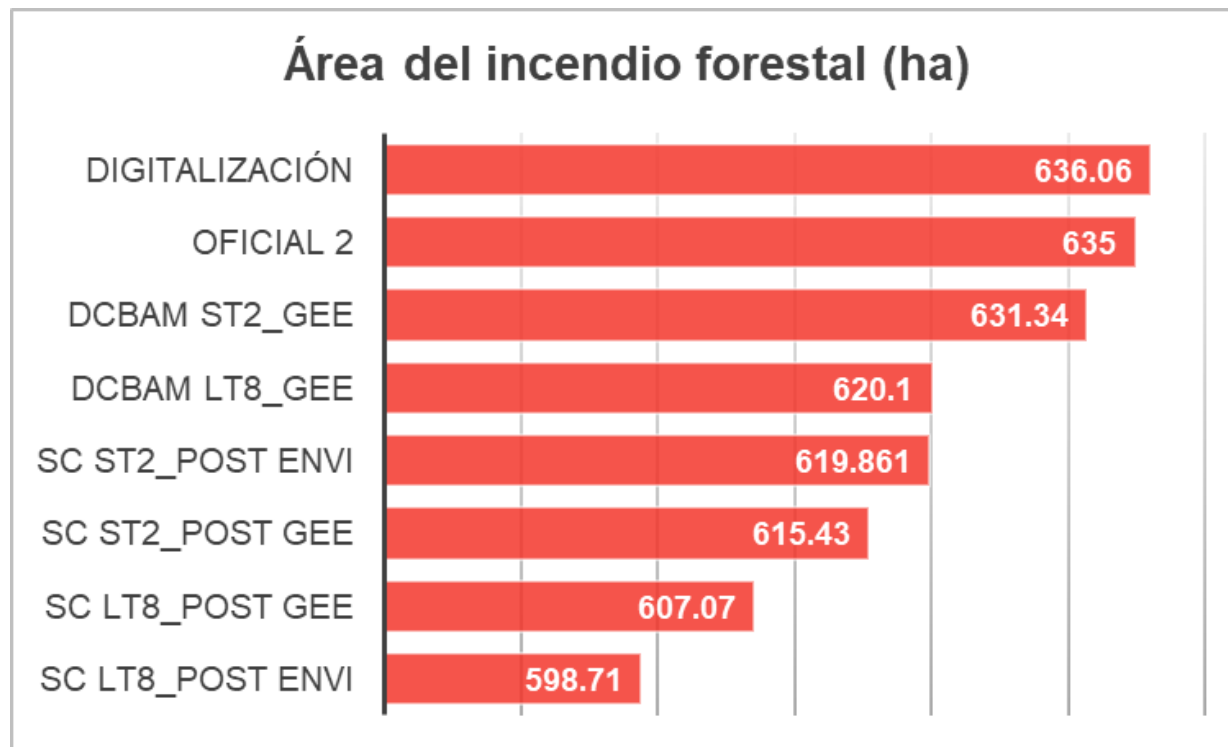
	Oficial 1 (SNGRE, 2020a)	Oficial 2 (SNGRE, 2020b)	SC St2_post GEE	SC Lt8_post GEE	SC St2_post ENVI
incendio (ha)	573	635	615.43	607.07	619.861
	SC Lt8_post ENVI	Interpretación/ Digitalización	DCBAM St2_GEE	DCBAM Lt8_GEE	DCBAM St2_ENVI
incendio (ha)	598.71	636.06	631.34	620.1	686.6



En el diagrama de cajas y bigotes se observa una anomalía de dispersión de resultados hacia el lado derecho, en consecuencia, se descarta valores de áreas calculadas superiores a 640 ha



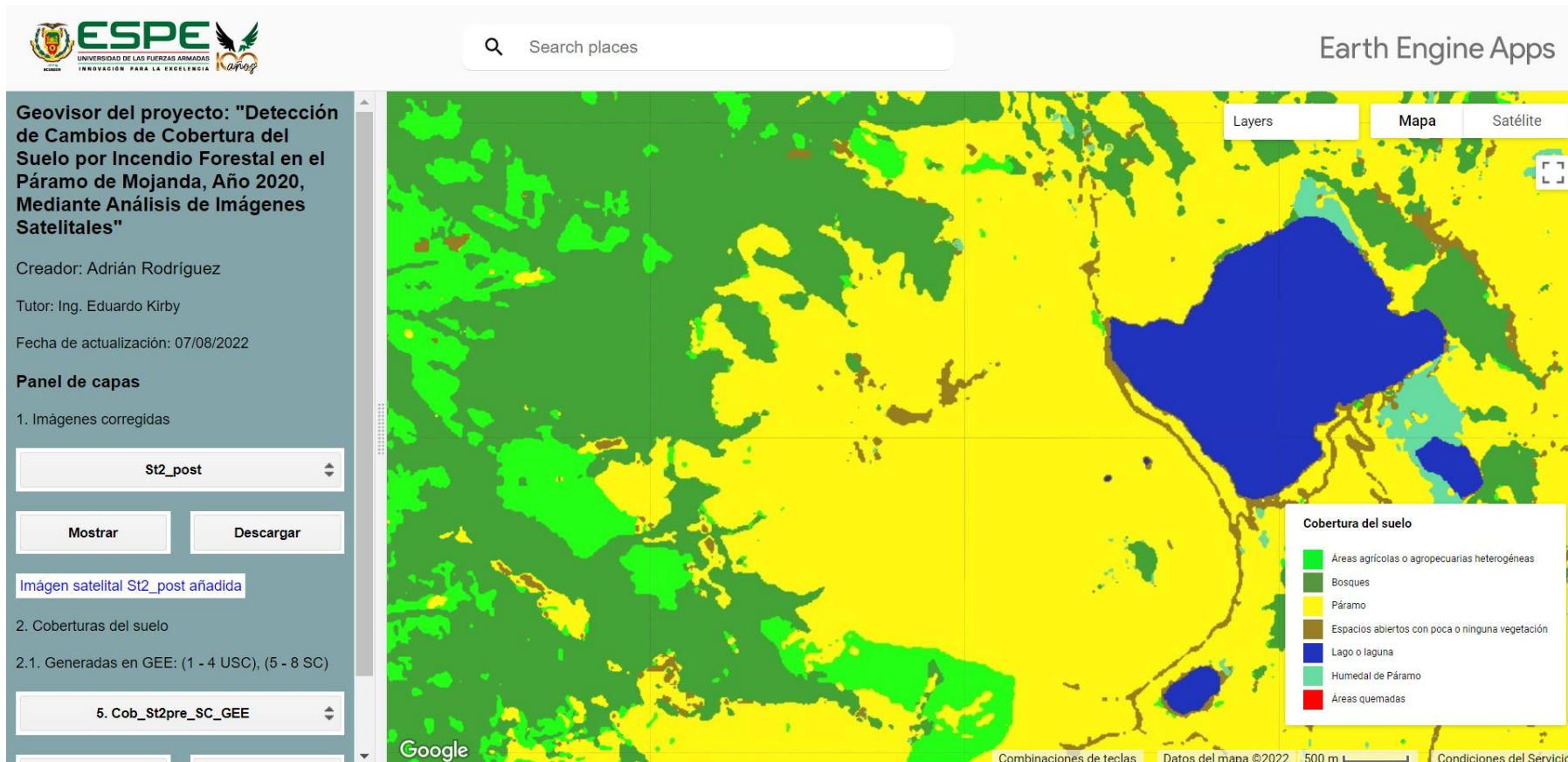
## Estadísticos de Validación del Área Afectada.



Estadístico	Valor
Min	598.71
Max	636.06
Promedio	620.45
Desviación	12.51
Q1	609.16
Q2 (mediana)	619.98
Q3	634.09



## Creación y Publicación del Geovisor.



<https://aerodriguezm.users.earthengine.app/view/geovisortesisrodriguezadrian>



# 6. Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusiones

- ✓ En base al estudio desarrollado, se concluye que, se han cumplido con los objetivos y metas planteadas; a su vez, se plasma una metodología que puede ser utilizada como sistema de aprendizaje en el análisis de imágenes satelitales por medio de la plataforma de procesamiento en la nube (internet) llamada Google Earth Engine (GEE).
- ✓ Se han podido procesar, identificar y calcular diferencias de cobertura y afectaciones en las mismas, a partir de análisis geospaciales como: índices espectrales, clasificaciones de imágenes y análisis de detección de cambios; concluyendo, preliminarmente, que la afectación de incendio forestal en el Páramo de Mojanda del año 2020 para escala 1:100 000 es de aproximadamente  $620.45 \pm 7.27$  ha con un 90% de confianza; lo que demuestra que este cálculo se acerca a las 635 ha determinadas por la Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).



# 6. Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusiones

- ✓ Mediante las evaluaciones de control de calidad como: fiabilidad e índice kappa promedio, de las clasificaciones de imágenes satelitales aplicando las metodologías no supervisada (USC) y supervisada (SC), las cuales son de 77.89% y 69% en GEE; y, 76.68% y 67% en ENVI respectivamente, se concluye que no existe una variación significativa entre las coberturas generadas en dichos programas.
- ✓ Se evidencio en cuanto al tiempo de procesamiento, 15 min en ENVI y 28.63 seg en GEE, que este último es mucho más rápido; de igual forma, si se considera el valor monetario del software, GEE no tiene costo por licencia, lo que demuestra otra ventaja en su uso; sin embargo, como desventajas preliminares se tiene que se necesitan de: conocimientos medio/altos de programación JavaScript o Python, pago por servicios de internet y búsqueda o desarrollo de algoritmos para procesamientos en imágenes de alta resolución espacial.
- ✓ Finalmente, se concluye que, en cuanto a presentar y visualizar análisis digital de imágenes, GEE es una plataforma excelente en demostrar lo dicho mediante un geovisor, el cual, es interoperable desde internet por medio de una URL o un código QR a distintos usuarios en todas las partes del mundo con acceso a la nube.

# 6. Conclusiones y Recomendaciones

## Recomendaciones

- ✓ Se recomienda el uso de la metodología desarrollada y el manual de usuario, para llevar a cabo los procesos de análisis digital de imágenes satelitales de libre descarga, generadas mediante las constelaciones: Landsat y Sentinel, dentro de GEE; a su vez, se propone trabajar sobre extensiones del territorio a escala Cantonal, Provincial o Nacional, esto con el objetivo de comprobar el poder computacional de los servidores de Google.
- ✓ Con la finalidad de mejorar la calidad del resultado del área afectada por el incendio forestal y el nivel de confianza, se recomienda el uso de técnicas geoespaciales de mayor precisión, principalmente, las generadas a partir de fotogrametría o sobre imágenes satelitales de mayor resolución espacial
- ✓ Se recomienda el aprendizaje de un lenguaje de programación, especialmente JavaScript o Python, o todos los profesionales o aficionados del campo de la teledetección satelital y los sistemas de información geográfica, esto con el objetivo de desarrollar aplicaciones geoespaciales y automatizar procesos repetitivos.
- ✓ A finalizar, se recomienda el desarrollo de Geovisores a través de la interfaz de administración de Apps en GEE, para proyectos a escala local, regional o global.

GRAZAS  
 MERCI  
 THANK YOU  
 THANKS  
 TAKK  
 THANK YOU  
 GRACIAS  
 OBRIGADO  
 TODA  
 SPASIBO  
 MERCI  
 OBRIGADA  
 THANK YOU  
 GRACIAS  
 OBRIGADO  
 MUCHAS GRACIAS  
 YEWO  
 DANKIE  
 THANK YOU  
 SUKRIA  
 TODA  
 ASANTE  
 CHOKBAN  
 GRACIAS  
 TACK

TAKK  
 DANKIE  
 RAHMAT  
 СПАСИБО  
 TESEKKÜR  
 EDERIM  
 THANK YOU  
 SPASIBO  
 DANKE  
 HVALA  
 RAHMAT!  
 多謝  
 DO JEH  
 SPAS  
 XIE XIE  
 SUKRIA  
 ASANTE  
 SUKRIA  
 SPASIB  
 WILIWNI  
 BAIE DANKIE  
 NGIYABONGA  
 FAKAAUE  
 NGIYABONGA  
 HVALA  
 SUKRIA  
 THANK YOU  
 TA



dreos

**ESPE**  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN  
 CARRERA DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE  
 "Detección de cambio de cobertura del suelo por incendio forestal en el páramo de Mojanda, año 2020, mediante análisis de imágenes satelitales"  
 Autor: Rodríguez Méndez, Adrián Gerardo  
 Director del proyecto: Ing. Kirby Poncey, Eduardo Patricia, MSc.      Docente Evaluador: Ing. Padilla Almeida, Oswaldo PhD.  
 Director de Carrera: Ing. Rubén Pinedo, Asesor del MSc.      Secretaria Académica: Ab. Benavides Guzmán, Michelle



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

***“Detección de cambios de cobertura del suelo por incendio forestal en el páramo de Mojanda, año 2020, mediante análisis de imágenes satelitales”***

**Autor:** Rodríguez Meza, Adrián Gerardo

**Director del proyecto**

Ing. Kirby Powney, Eduardo Patricio, MSc

**Docente Evaluadora**

Ing. Padilla Almeida, Oswaldo PhD

**Director de Carrera**

Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc

**Secretaria Académica**

Ab. Benavides Guzmán, Michelle

