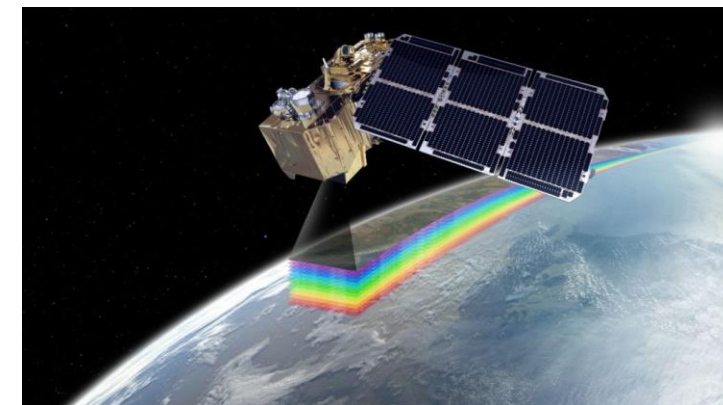




MONITOREO CON HERRAMIENTAS DE SIG E IMÁGENES SATELITALES PARA MANEJO Y CONSERVACIÓN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Generación de Índices de Vegetación para monitoreo de coberturas del suelo



Los principales índices de vegetación de imágenes satelitales, su utilidad en la agricultura y las fórmulas de cálculo de cada uno de ellos:

1. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):

Utilidad en agricultura: Monitoreo de la salud de los cultivos, estimación de biomasa, detección de estrés vegetal, y seguimiento de cambios en la vegetación.

2. EVI (Enhanced Vegetation Index):

Utilidad en agricultura: Sensibilidad mejorada en áreas con alta densidad de vegetación o presencia de nubes, monitoreo de salud de cultivos y detección de cambios en la vegetación.

3-.SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index):

Utilidad en agricultura: Corrección de la influencia del suelo en la reflectancia vegetal, estimación de cobertura vegetal y evaluación de degradación del suelo.

4. NDWI (Normalized Difference Water Index):

Utilidad en agricultura: Detección de agua, evaluación de humedad del suelo, detección de inundaciones y gestión del riego.

5.NDRE (Normalized Difference Red Edge Index):

Utilidad en agricultura: Estimación de clorofila en las plantas, detección de estrés hídrico y evaluación de calidad del suelo.

Ejemplo NDVI



Imagen RGB

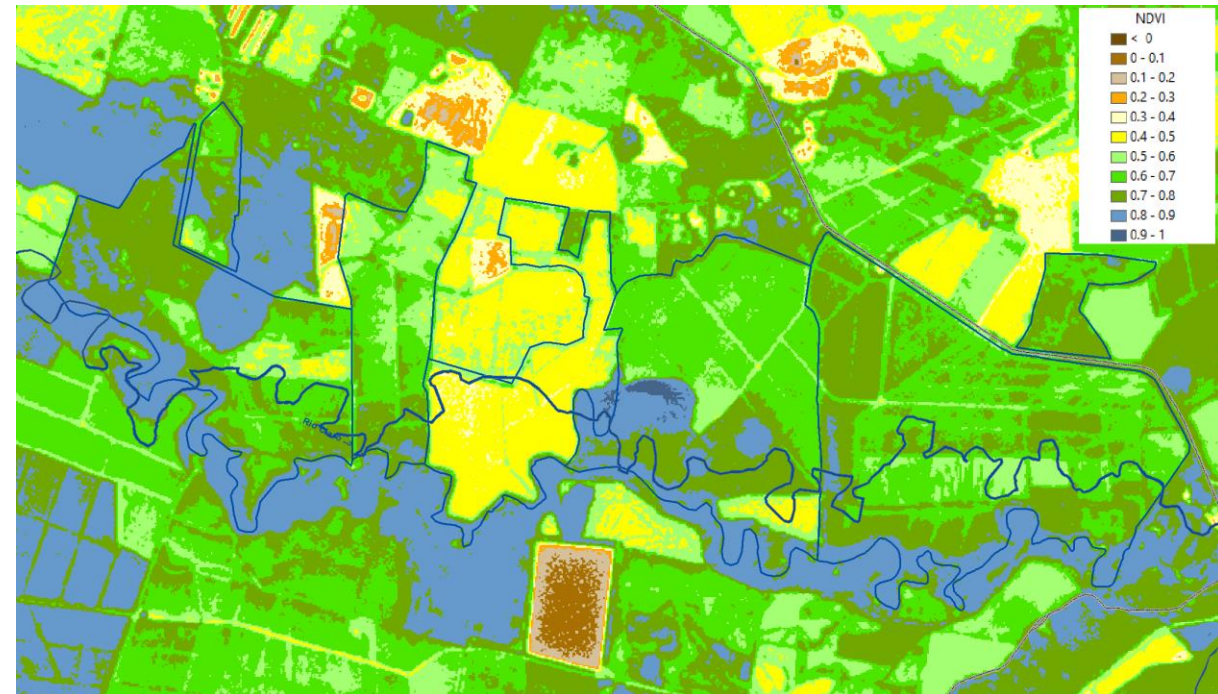


Imagen NDVI

Imágenes satelitales Planet de 4,7 metros de resolución espacial

Coberturas del suelo potenciales a monitorear con los Índices de Vegetación



1. Vegetación

- **Bosques:** Permite evaluar deforestación, reforestación y salud del ecosistema.
- **Matorrales y pastizales:** Útil para monitoreo de erosión, sequías y cambios en el paisaje.
- **Cultivos agrícolas:** Para seguimiento de crecimiento, rendimiento y estrés hídrico.

2. Cuerpos de Agua

- **Ríos, lagos y embalses:** Se monitorean cambios en la superficie del agua, contaminación y sedimentos.
- **Humedales:** Importantes para la conservación y control de inundaciones.

3. Suelos desnudos y degradados

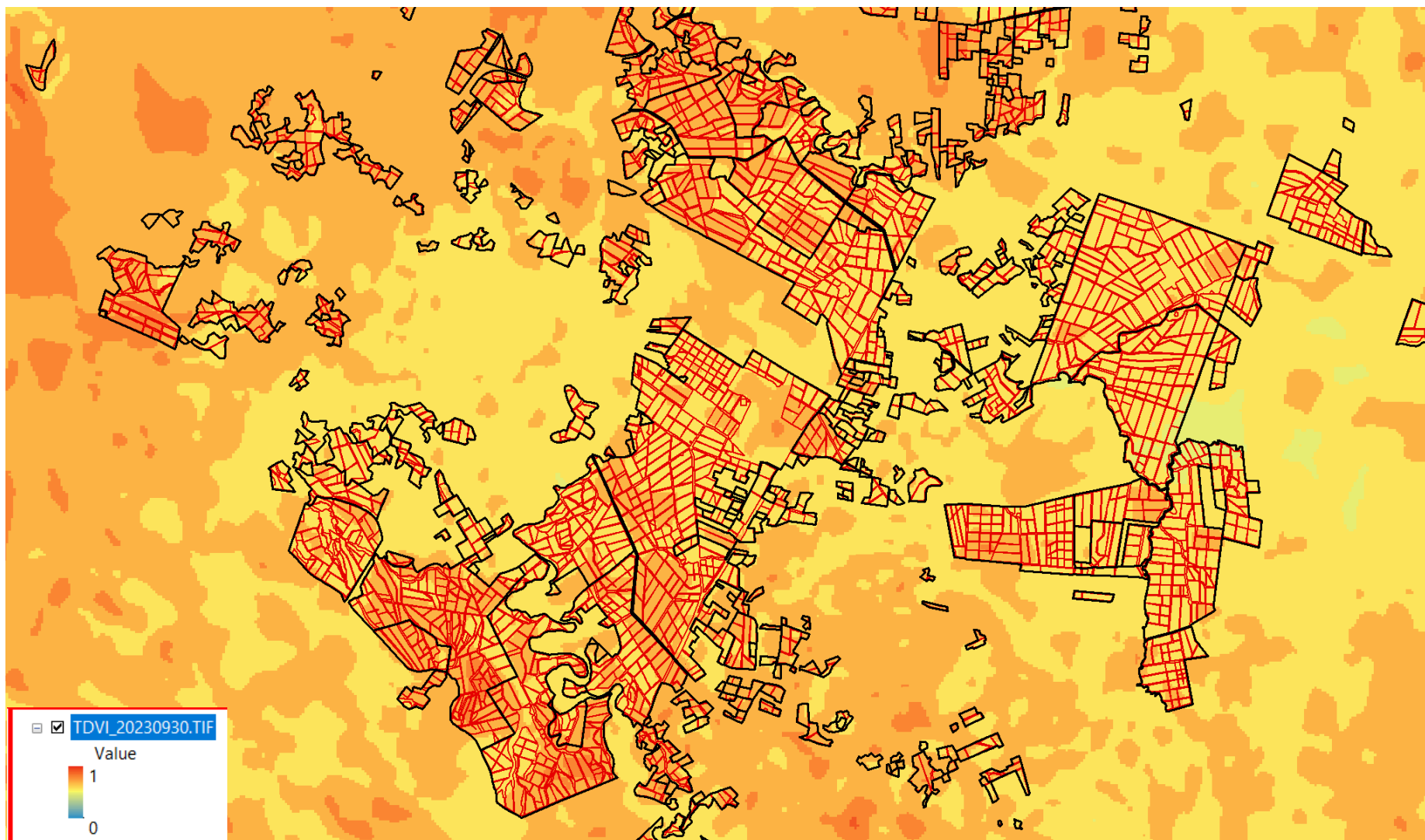
- **Áreas erosionadas:** Se identifican zonas con pérdida de suelo y desertificación.
- **Zonas áridas y semiáridas:** Para evaluar cambios por sequías y uso del suelo.

4. Áreas urbanas e infraestructura

- **Ciudades y asentamientos:** Se analizan expansiones urbanas y cambios en la cobertura artificial.
- **Carreteras y minería:** Para identificar impactos ambientales por construcción y explotación.

Estos tipos de cobertura pueden ser monitoreados con sensores satelitales como **Landsat, Sentinel-2, MODIS y PlanetScope**

Índice de Temperatura y Sequía de la Vegetación (TDVI)



Valores cercanos a 0 más humedad, cercanos a 1 más sequía

Procesamiento imágenes RADAR para monitoreo de inundaciones

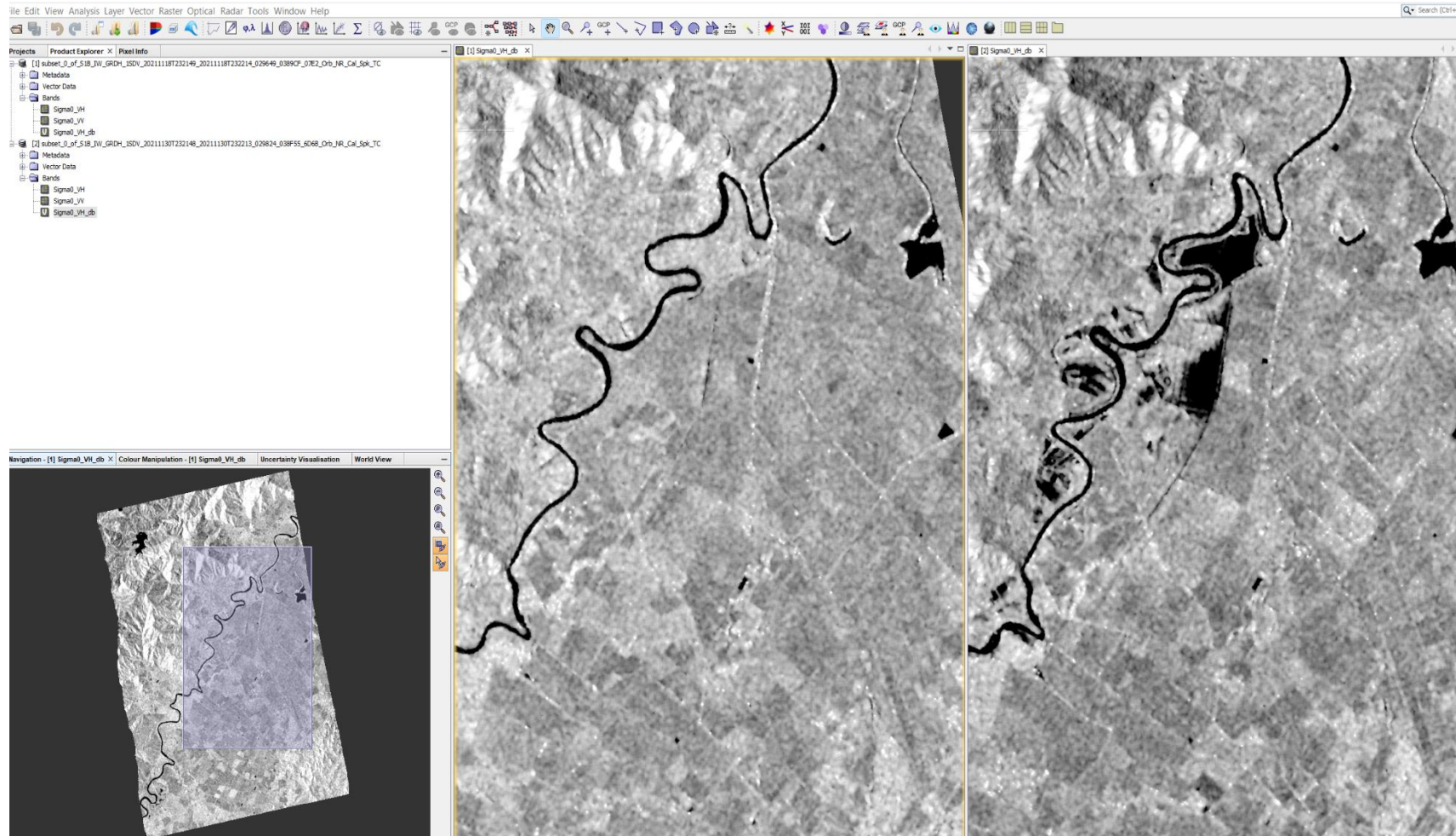


Imagen radar 17 nov. 2021 Imagen radar 27 nov. 2021

Procesamiento imágenes RADAR

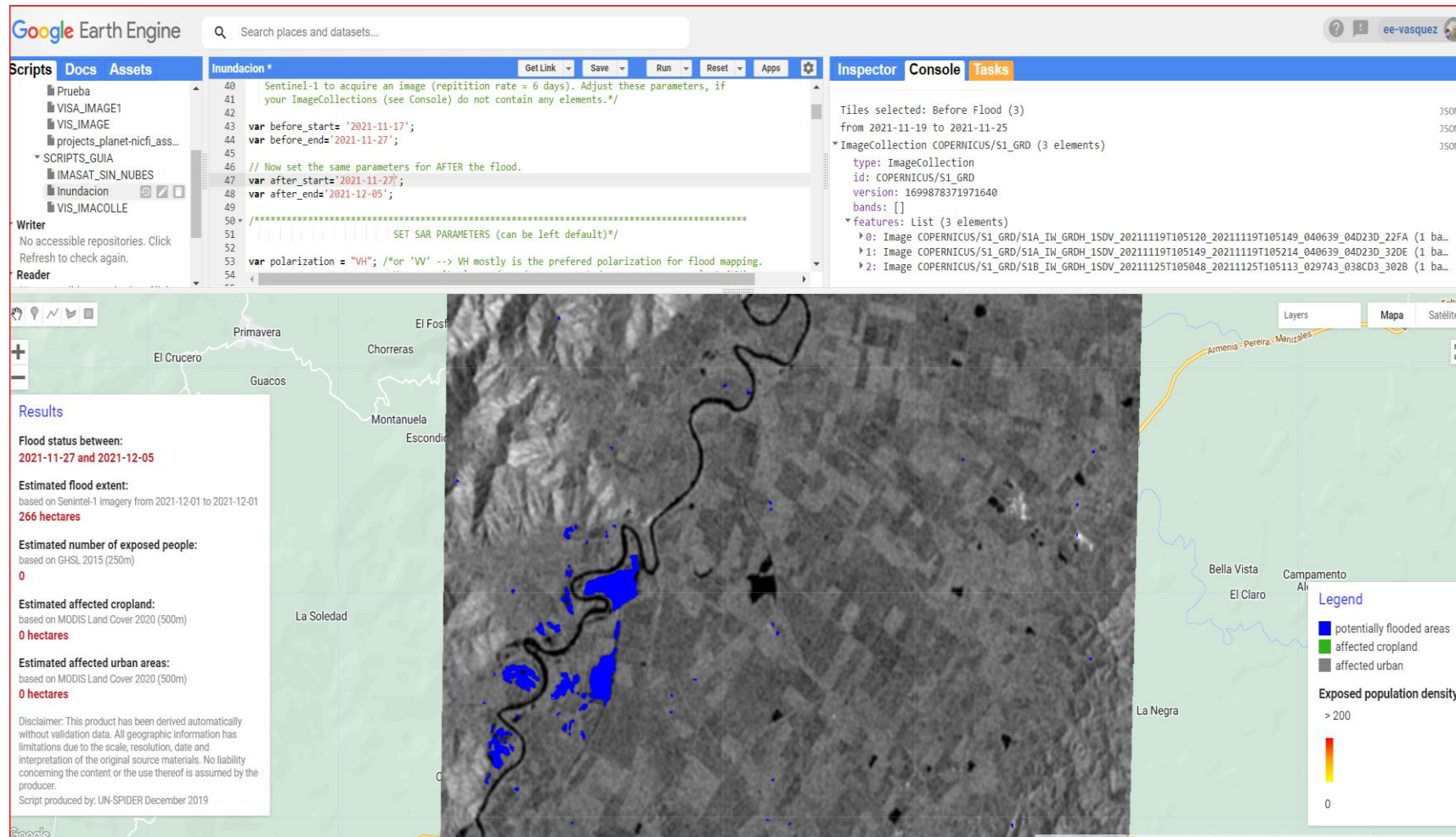
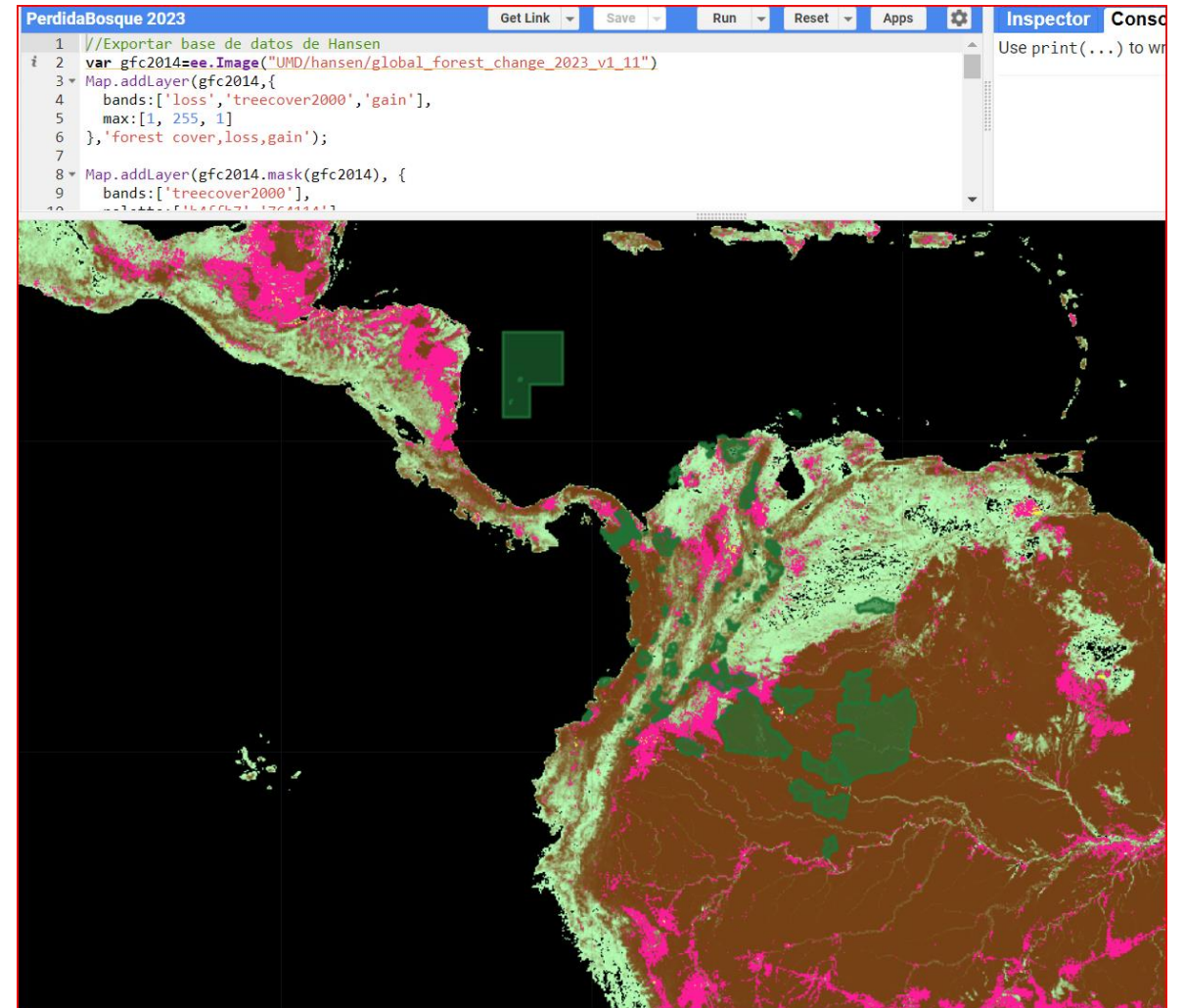


Imagen radar área inundada Nov. 21 de 2021 (266 ha)

PROCESAMIENTO CON CÓDIGO DE GOOGLE EARTH ENGINE

PROCESAMIENTO IMAGENES SATELITALES GOOGLE EARTH ENGINE

Procesamiento en Google Earth Engine (GEE) de las diferentes fuentes de imágenes satelitales disponibles en las diferentes plataformas de la WEB en temas específicos ambientales.

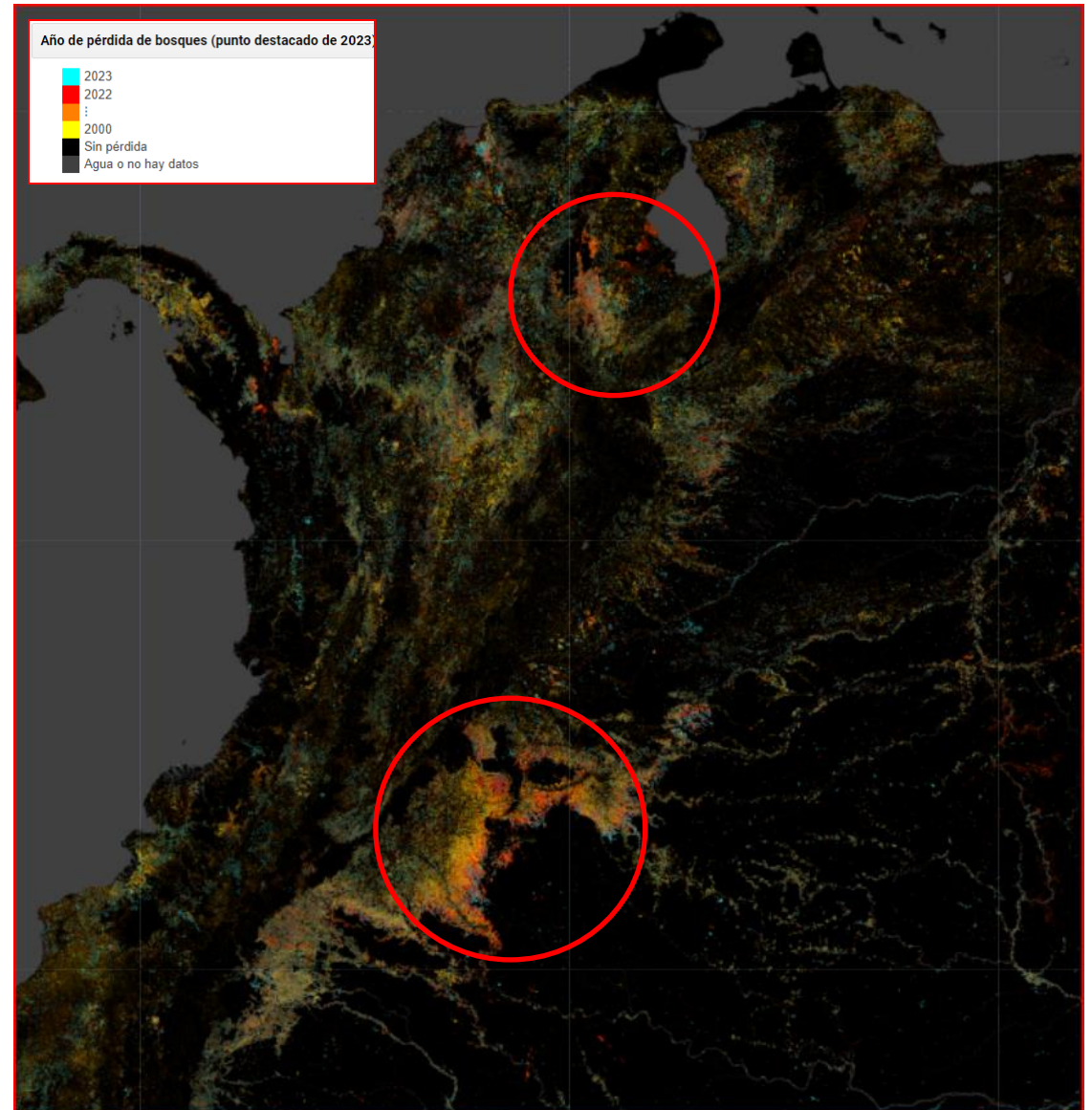


LOCALIZACION ÁREAS DE PERDIDA DE BOSQUE

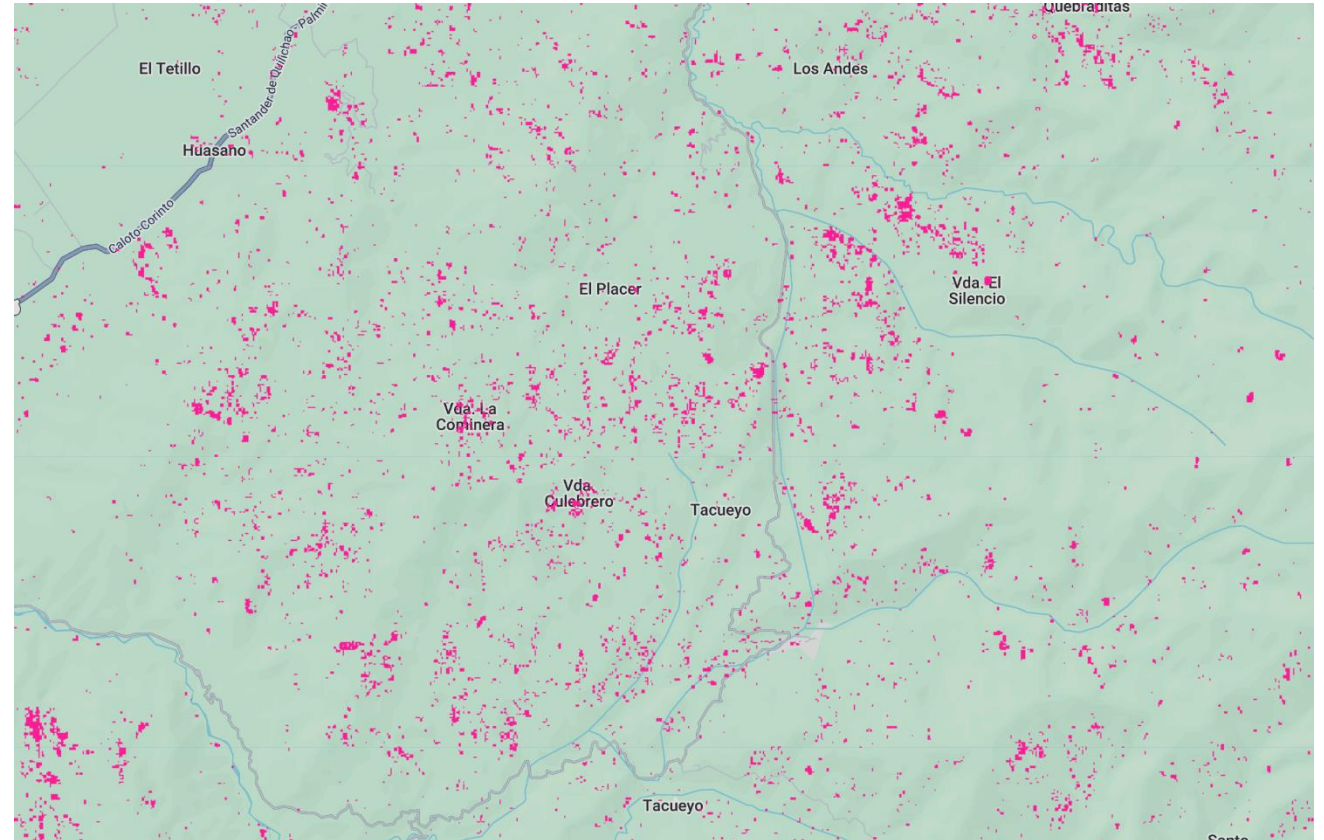
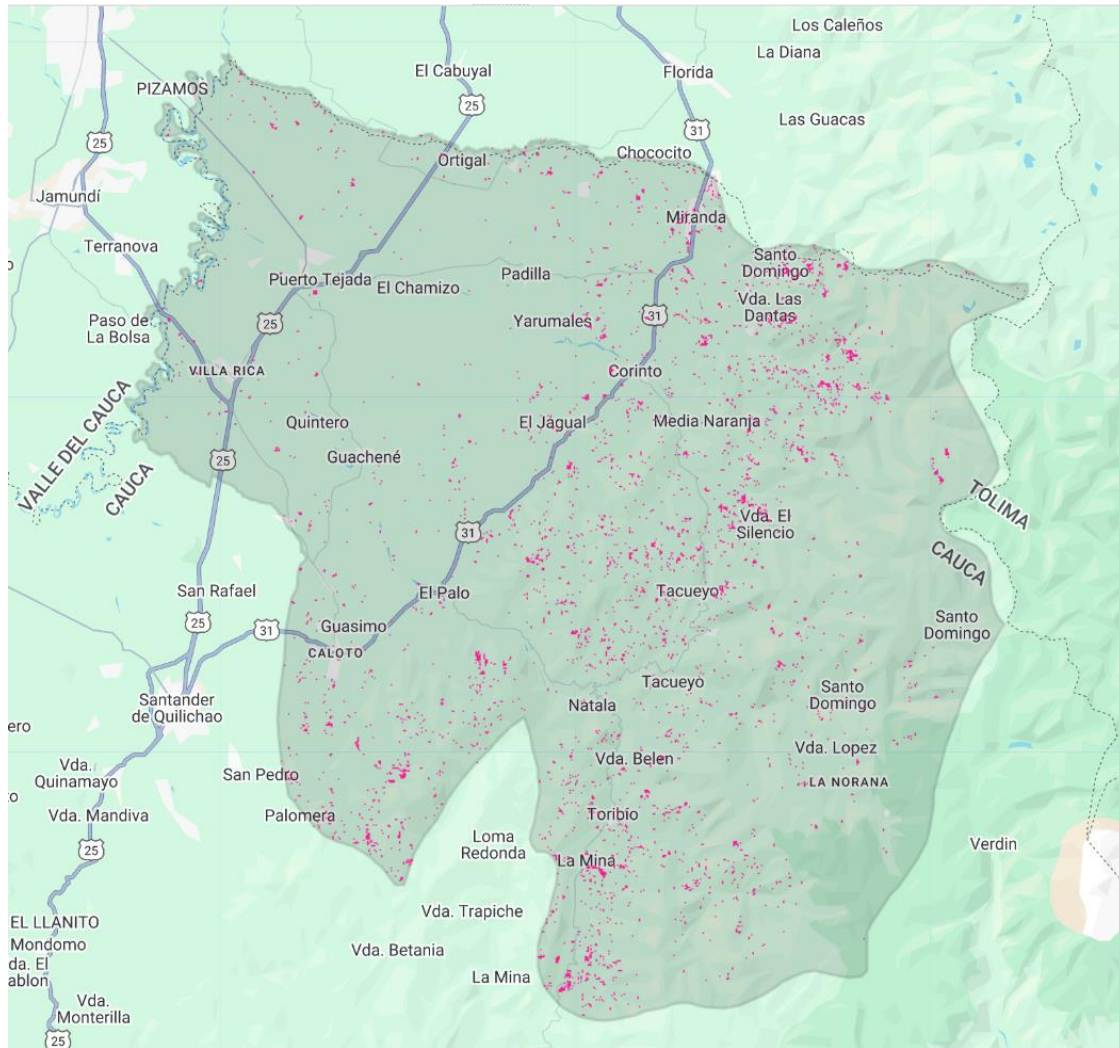
Monitoreo de Cambios en la Cobertura Forestal

Las imágenes satelitales permiten monitorear la deforestación y la regeneración forestal a escala global. Mediante análisis de series temporales de imágenes, es posible identificar áreas de pérdida de bosques, evaluar la efectividad de programas de conservación y diseñar estrategias para la restauración de ecosistemas degradados.

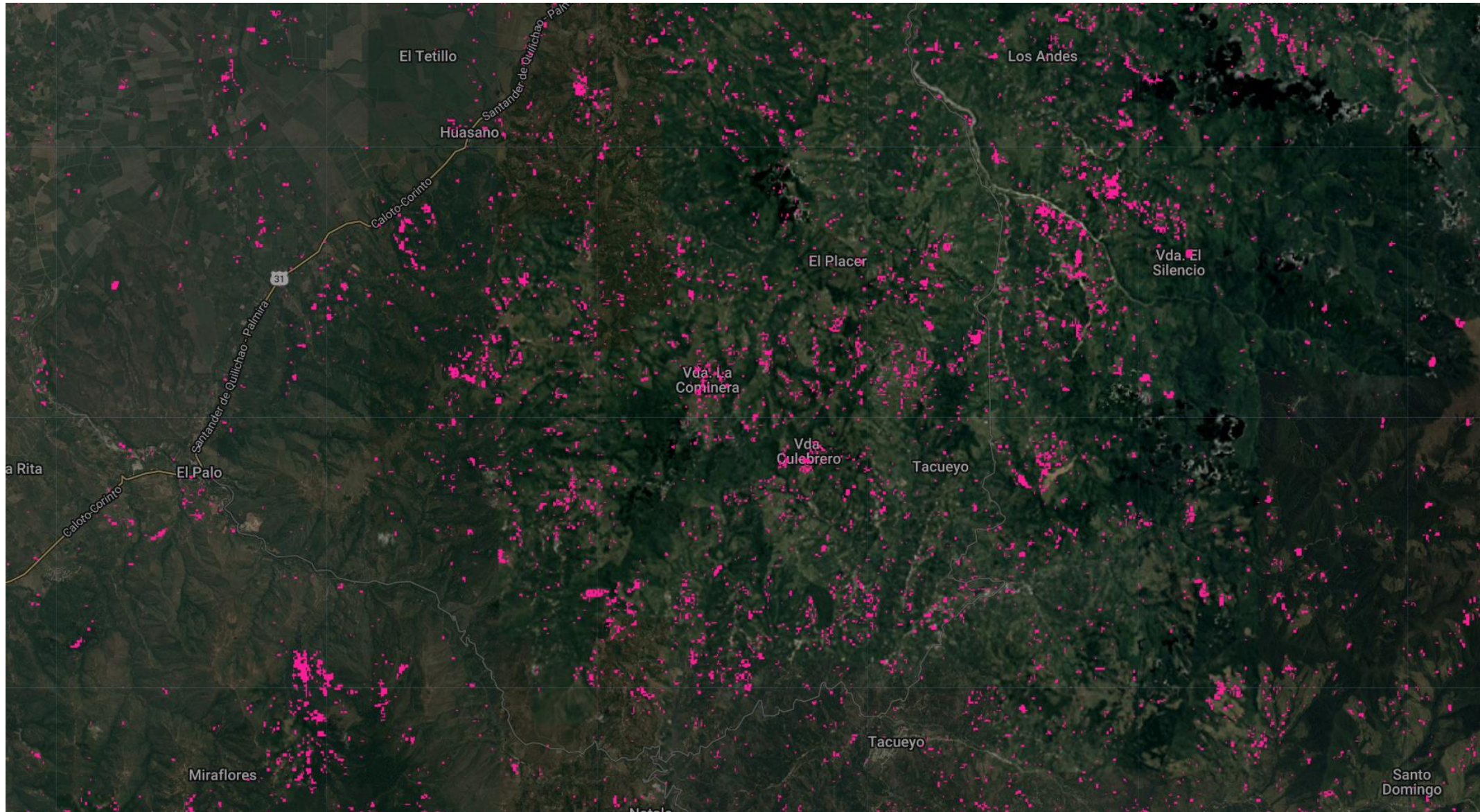
En la imagen satelital se observa la perdida de bosque en regiones de **Colombia del año 2000 al 2023**, como una perturbación de reemplazo de rodal (un cambio de un estado de bosque a un estado no forestal).



LOCALIZACION ÁREAS DE PERDIDA DE BOSQUE AL 2023 CUENCA RIOPALO



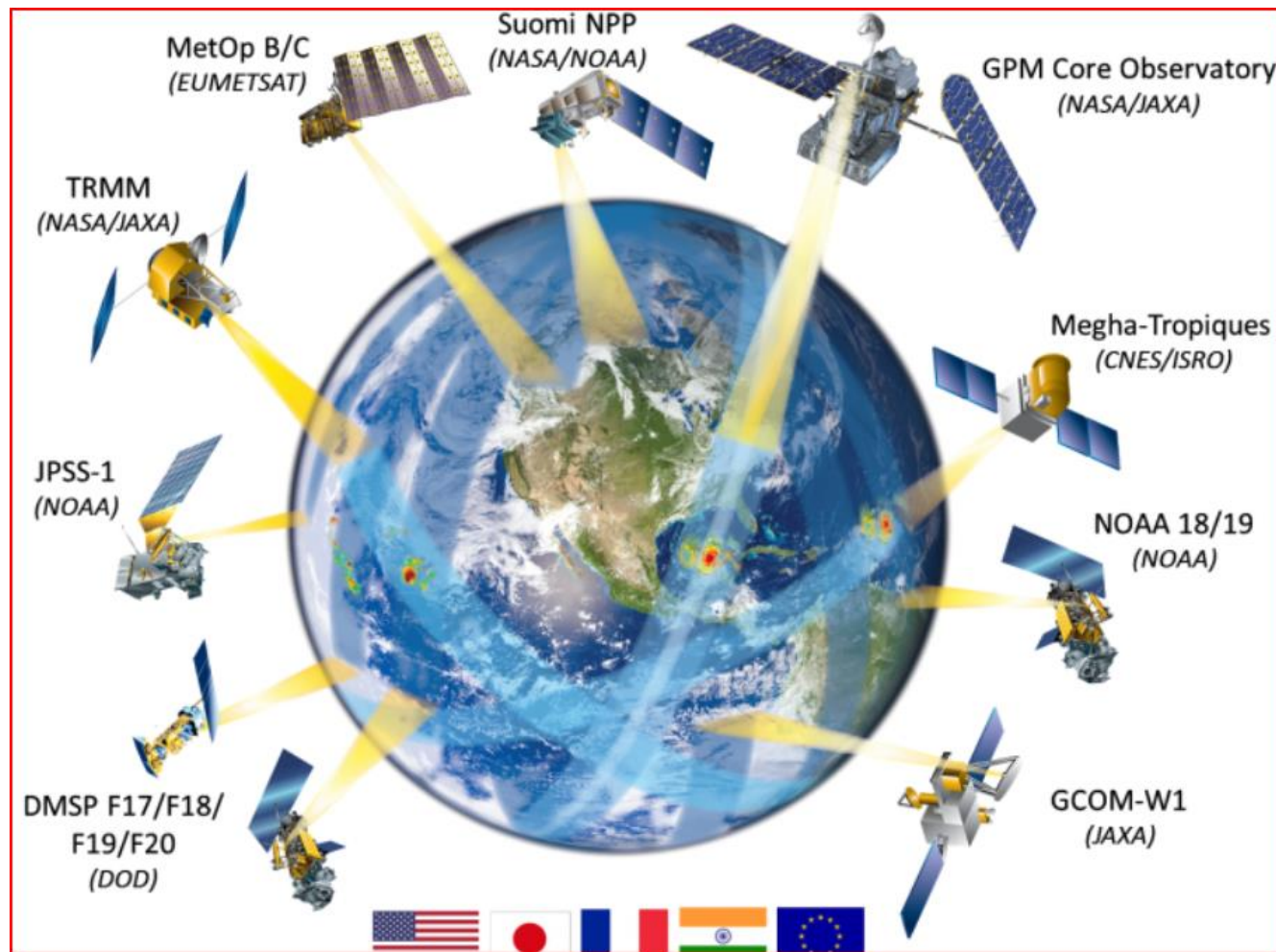
LOCALIZACION ÁREAS DE PERDIDA DE BOSQUE AL 2023 CUENCA RIOPALO



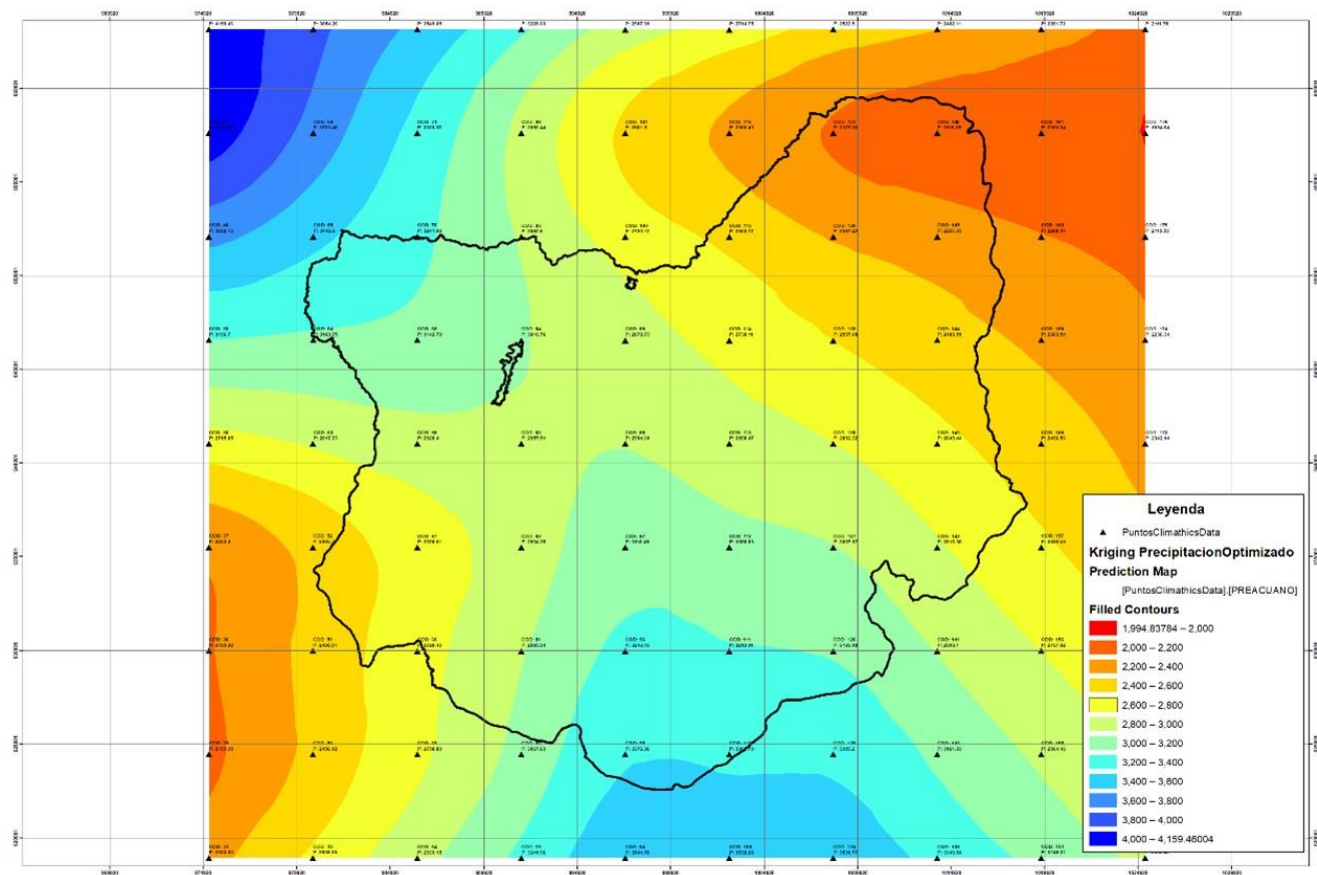
INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA DE IMÁGENES SATELITALES PARA CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Características procedimiento descarga datos climatológicos de imágenes satelitales.

1. Descarga de cualquier zona de la tierra.
2. Generación de cuadrículas virtuales de puntos (estaciones virtuales climatológicas) con distancias geográficas de 5 km.
3. Información, diaria, mensual o por año de las variables climatológicas.
4. Generación de mapas de isovariables climatológicas en ambiente de SIG (Sistemas de Información Geográfica)



1. Localización del satélite apropiado para la búsqueda de la información requerida.



Generación de modelos geoestadísticos de las Isoyetas o de otras variables climáticas
en ambiente de SIG
(Sistemas de Información Geográfica).

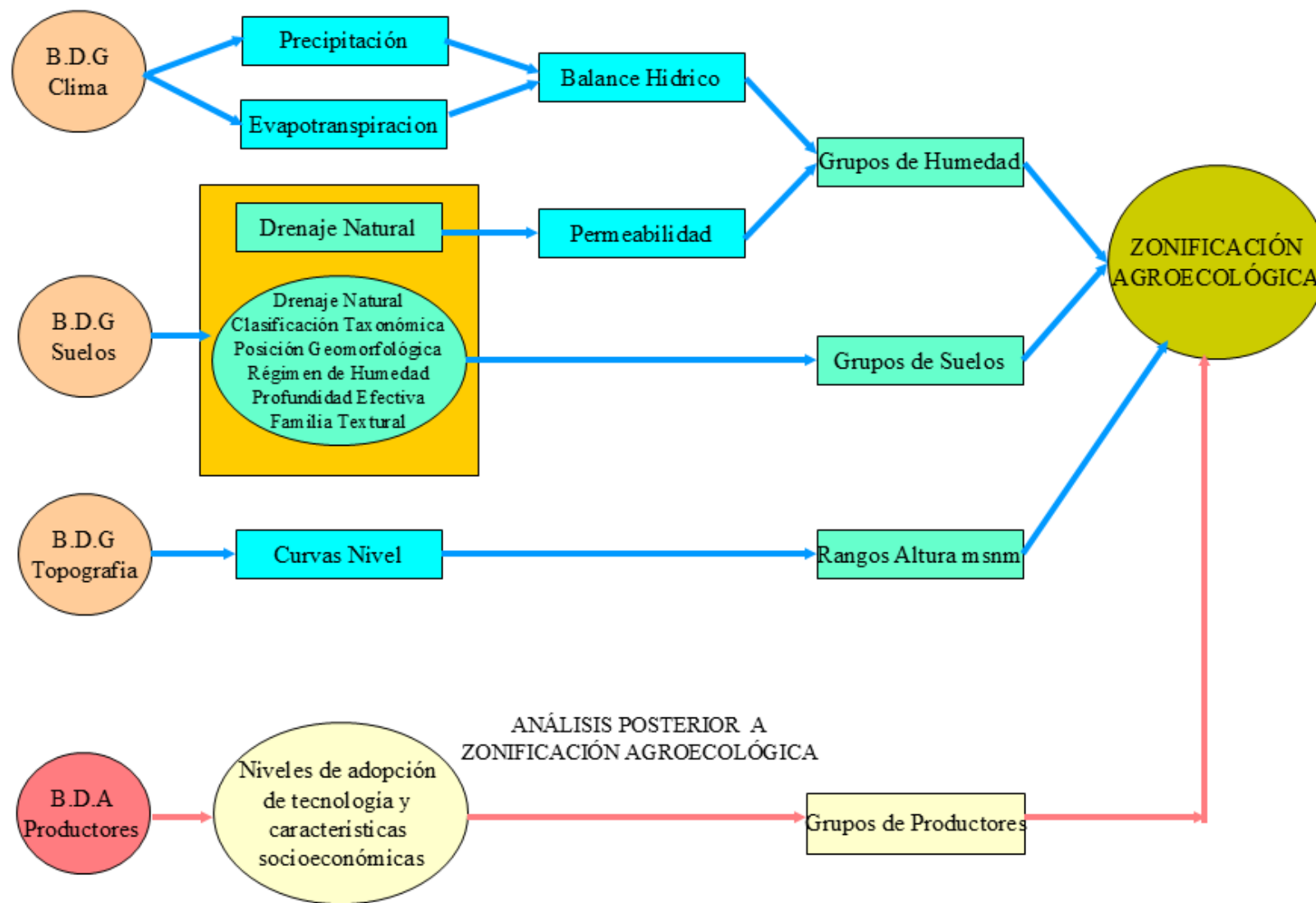
ZONAS AGROECOLÓGICAS A PARTIR DE DATOS CLIMATOLÓGICOS DE IMÁGENES SATELITALES.

Zonas Agroecológicas

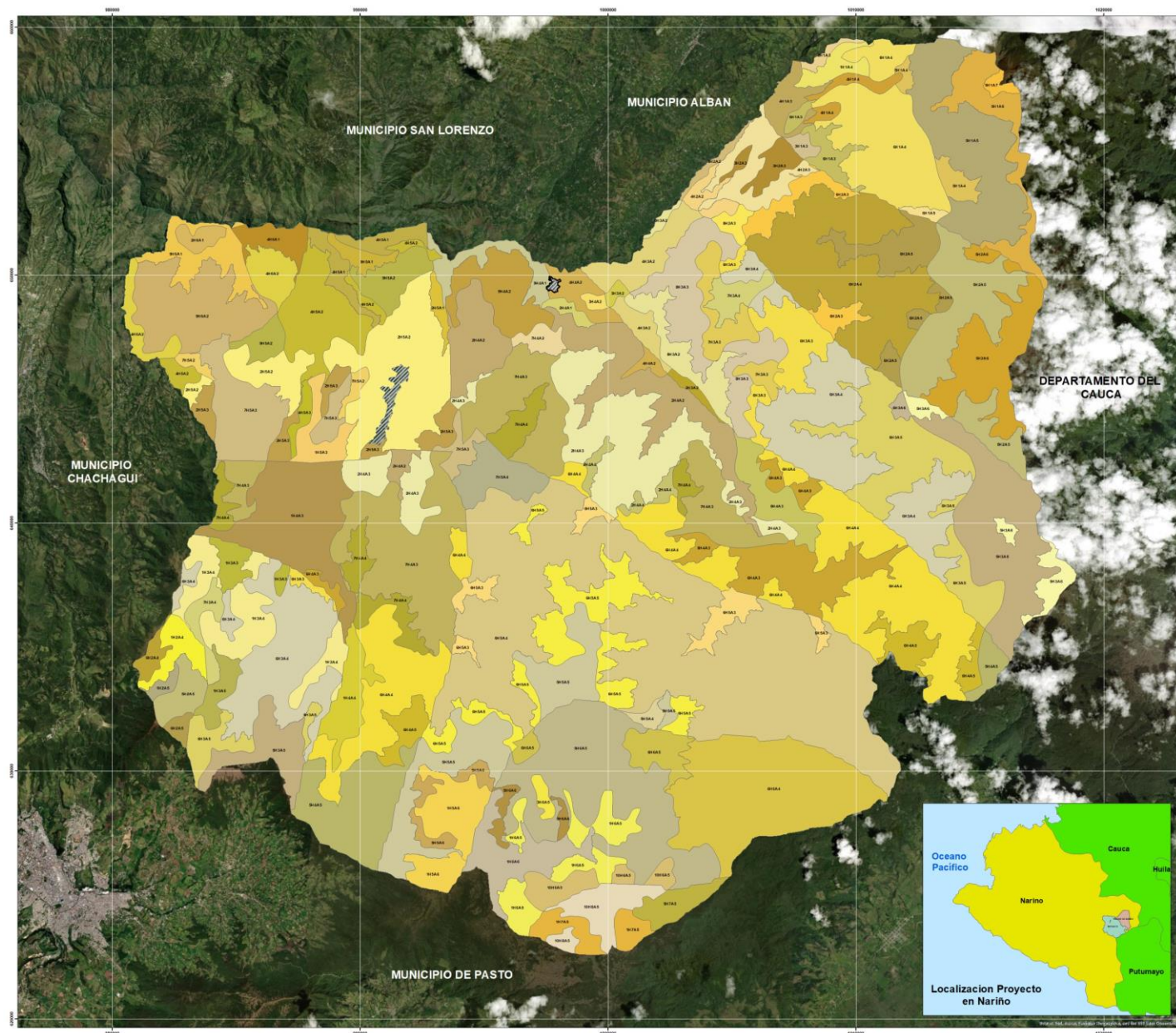
Definición FAO. La zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

<https://www.fao.org/4/W2962S/w2962s00.htm>

Modelo Cartográfico



Mapa final Zonas Agroecológicas



Mapa de Zonificación Agroecológica
Municipios de Buesaco
y Tablón de Gómez
Departamento de Nariño
Colombia

ZONAS AGROECOLÓGICAS

10H5A5	2H4A4	4H4A4	6H1A3	7H4A4
10H5A6	2H5A1	4H4A5	6H1A4	7H5A2
10H5A5	2H5A2	4H5A1	6H1A5	7H5A3
1H1A3	2H5A3	4H5A2	6H2A3	7H5A4
1H1A4	2H6A1	4H5A3	6H2A4	7H6A2
1H2A4	3H1A3	4H6A1	6H2A5	7H6A3
1H2A5	3H2A2	4H6A2	6H3A3	8H1A3
1H3A3	3H2A3	5H1A4	6H3A4	8H2A2
1H3A4	3H3A2	5H1A5	6H3A5	8H2A3
1H3A5	3H3A3	5H1A6	6H3A6	8H2A4
1H4A2	3H4A2	5H1A7	6H4A3	8H3A1
1H4A3	3H5A2	5H2A4	6H4A4	8H3A2
1H4A4	3H5A3	5H2A5	6H4A5	8H3A3
1H5A2	3H5A5	5H2A6	6H5A3	8H4A1
1H5A3	3H5A6	5H3A4	6H5A4	8H4A2
1H5A5	3H6A5	5H3A5	6H5A5	8H4A3
1H5A6	3H6A6	5H3A6	6H5A6	8H4A4
1H6A5	4H1A3	5H4A4	6H6A5	9H4A1
1H6A6	4H1A4	5H4A5	6H7A5	9H4A2
1H7A5	4H2A2	5H5A4	7H2A4	9H5A1
2H1A3	4H2A3	5H5A5	7H3A2	9H5A2
2H1A4	4H3A1	5H5A6	7H3A3	9H5A3
2H3A2	4H3A2	5H6A4	7H3A4	9H6A1
2H4A1	4H3A3	5H6A5	7H3A5	9H6A2
2H4A2	4H4A1	5H6A6	7H4A2	9H6A3
2H4A3	4H4A2	5H7A5	7H4A3	

Localización Nariño
en Colombia



MAGNA_Colombia_Ceste
WKID: 3115 Authority: EPSG

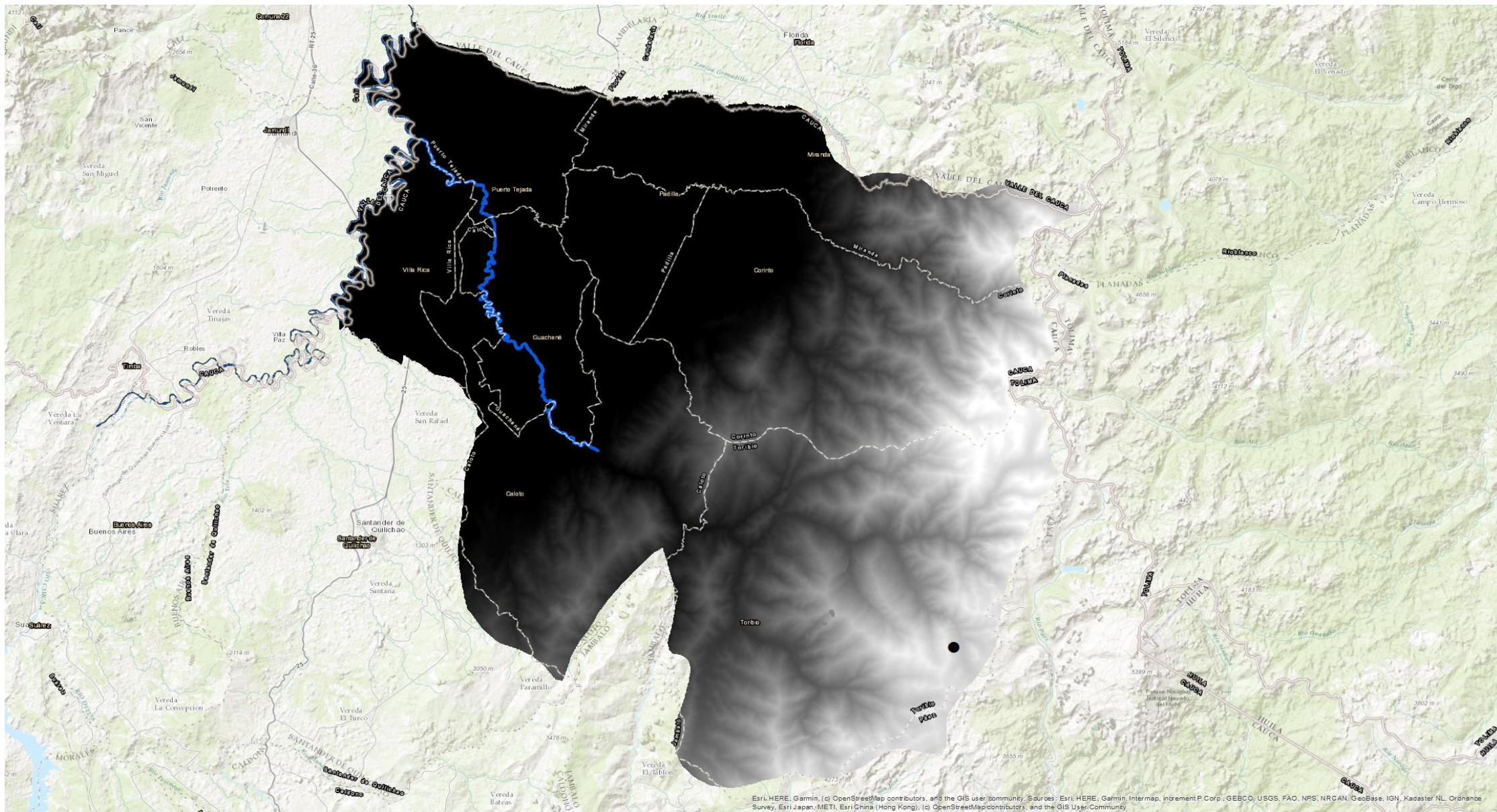
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 1000000.0
False_Northing: 1000000.0
Central_Meridian: -77.07750791666666
Scale_Factor: 1.0
Latitude_Of_Origin: 4.596200416666666
Linear Unit: Meter (1.0)

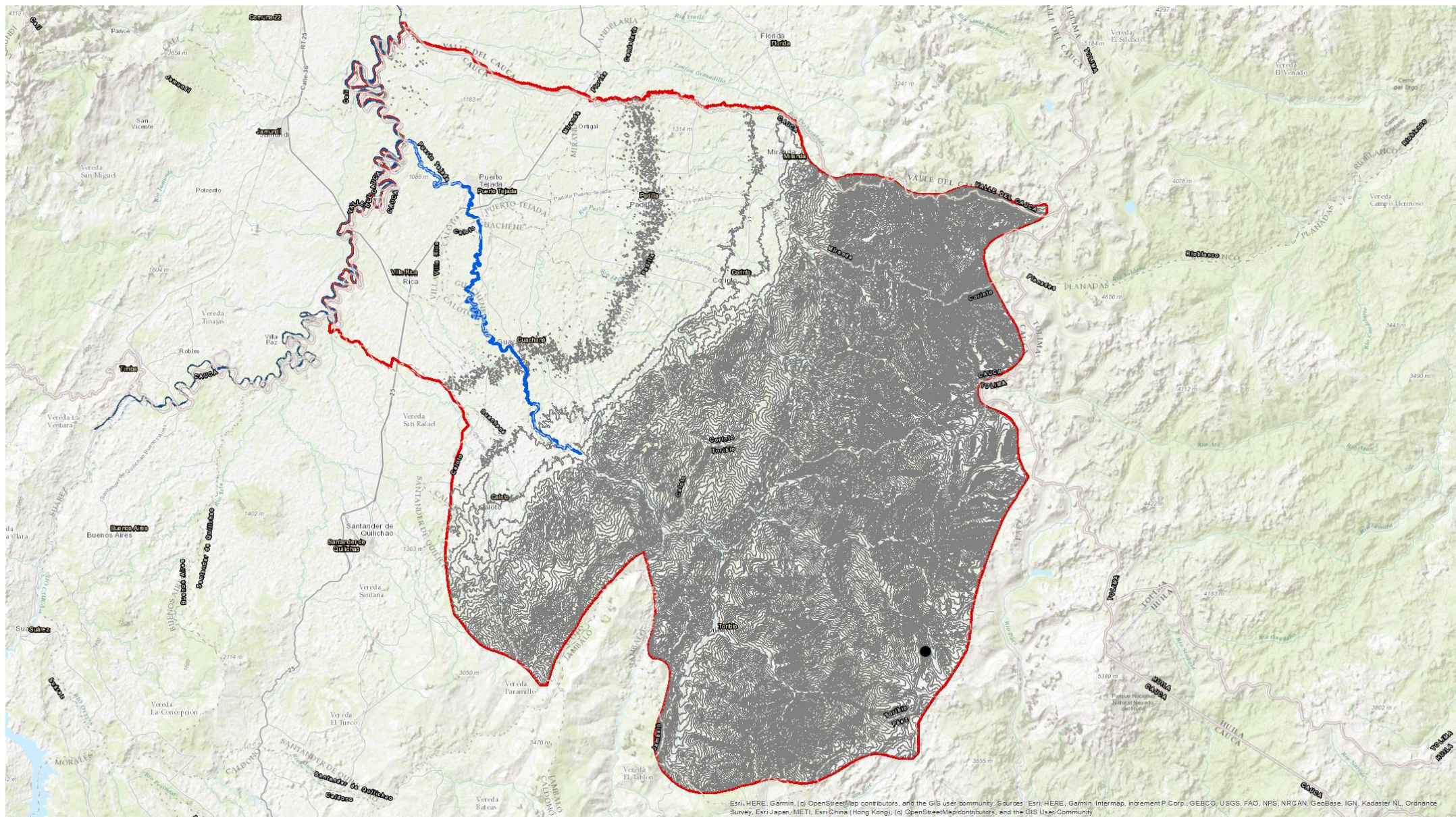


ANÁLISIS HIDROLÓGICO CON HERRAMIENTAS DE SIG EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

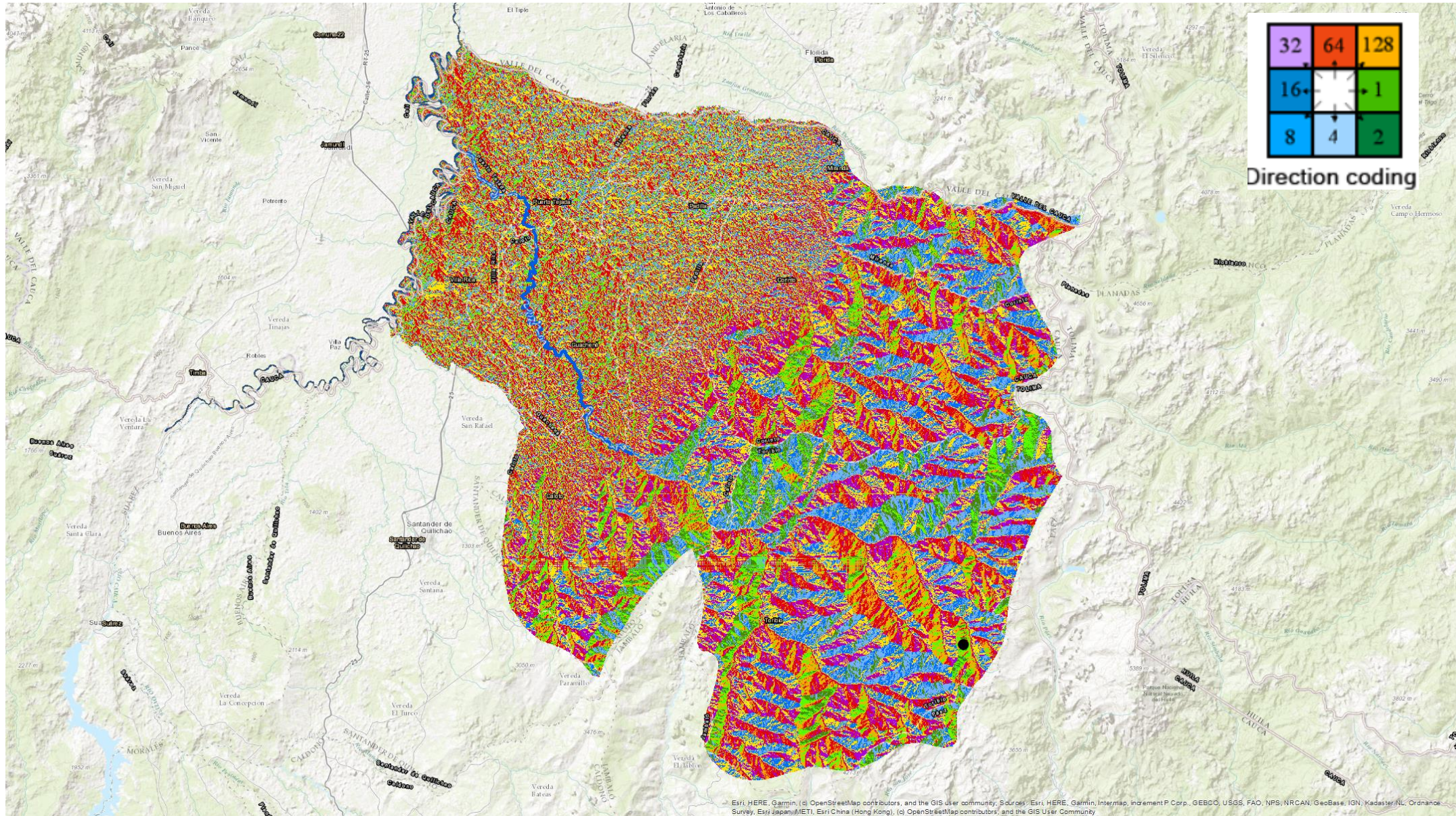
Cuencas Hidrográficas





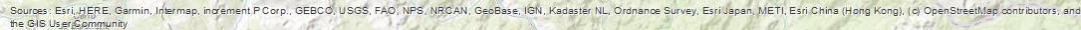


Dirección de Flujo

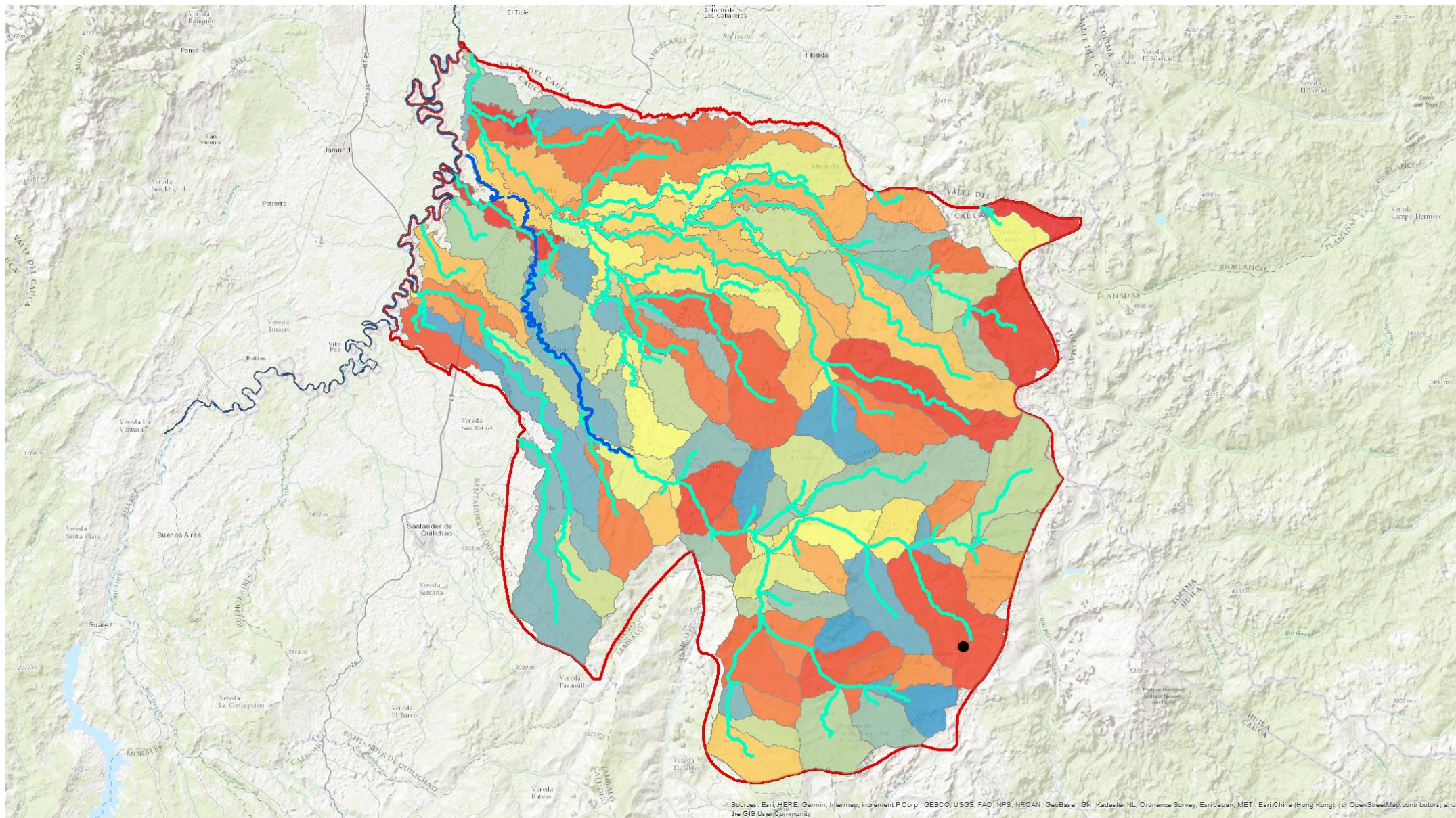


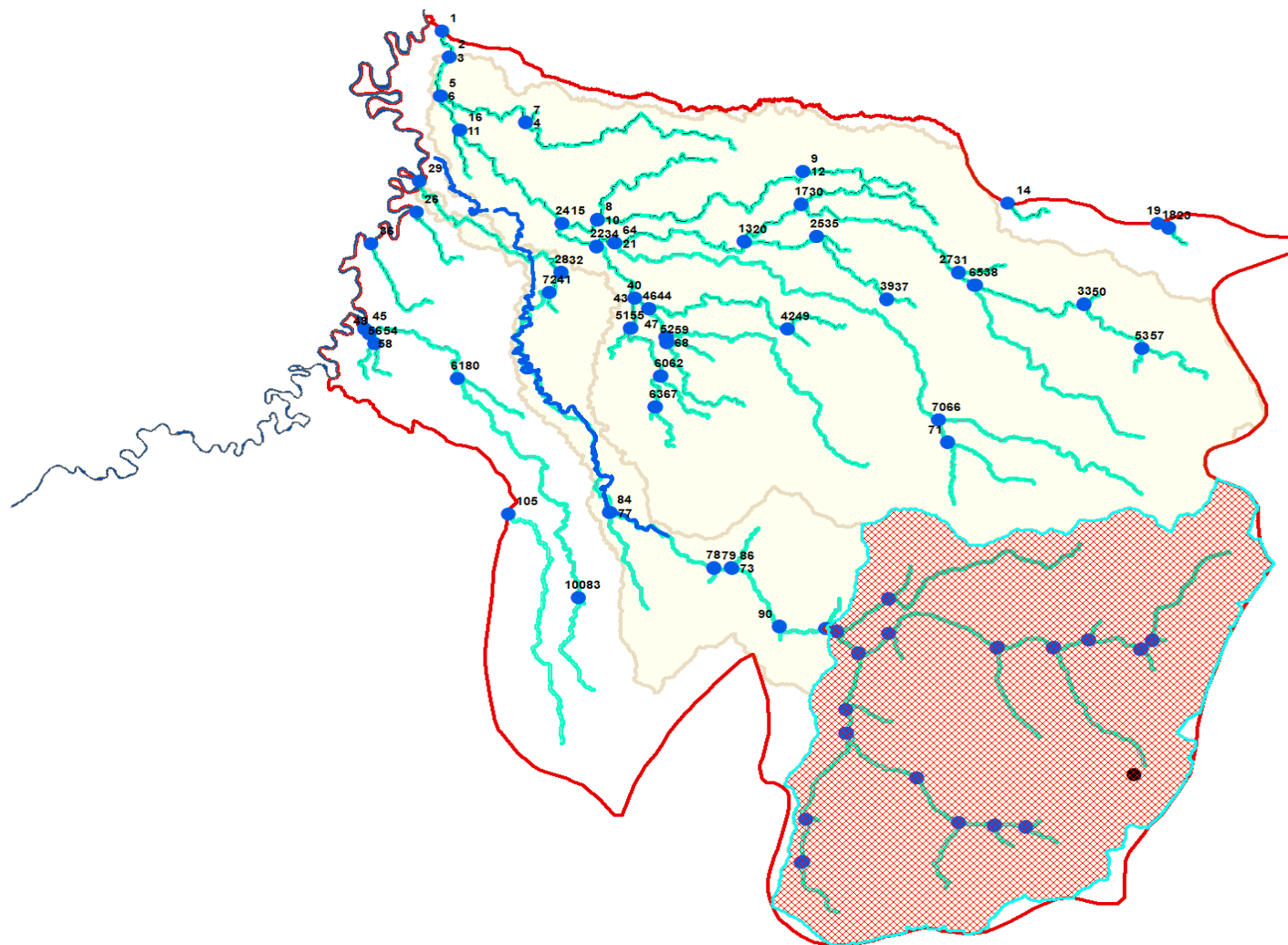




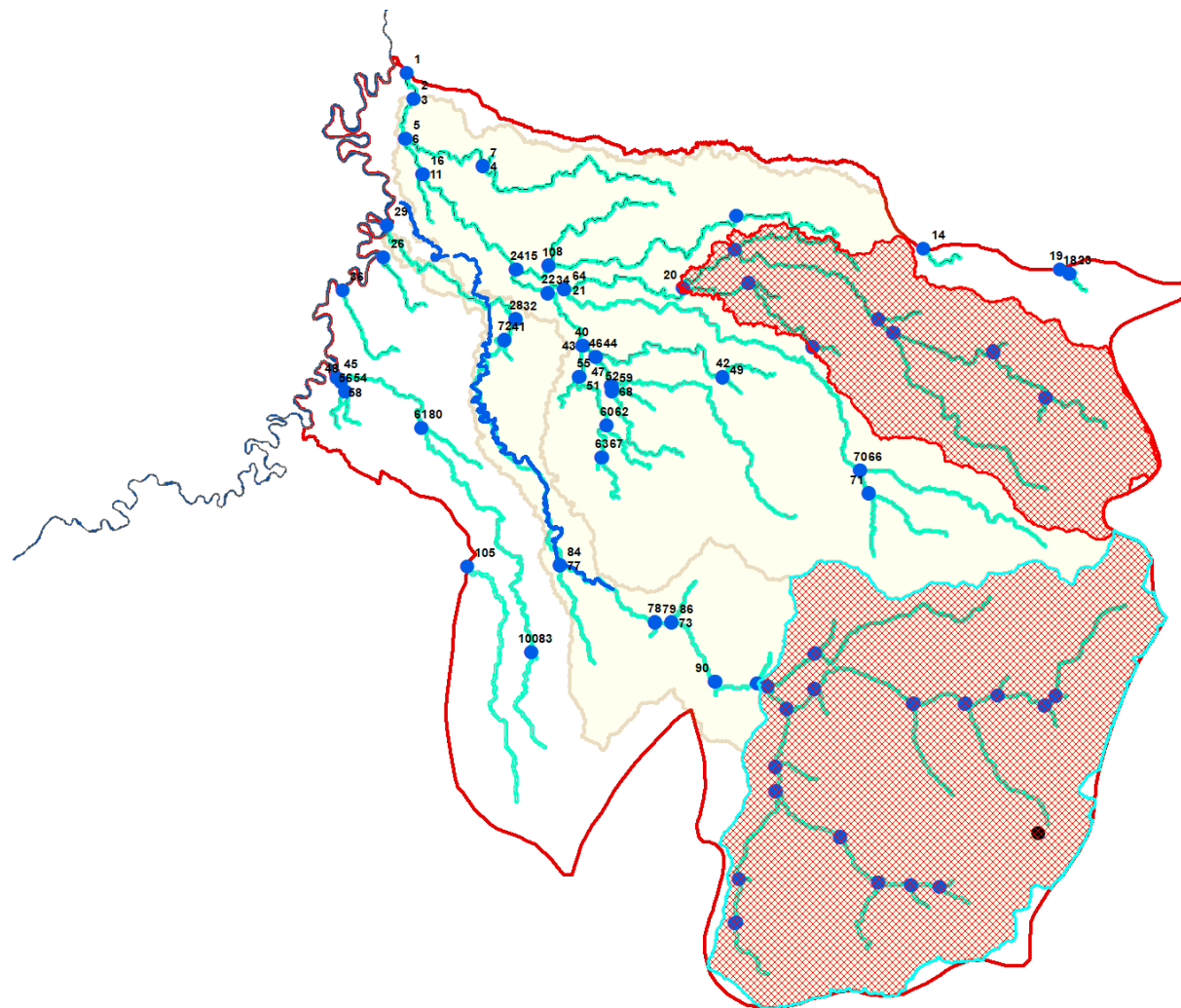


Subcuencas a partir del DEM

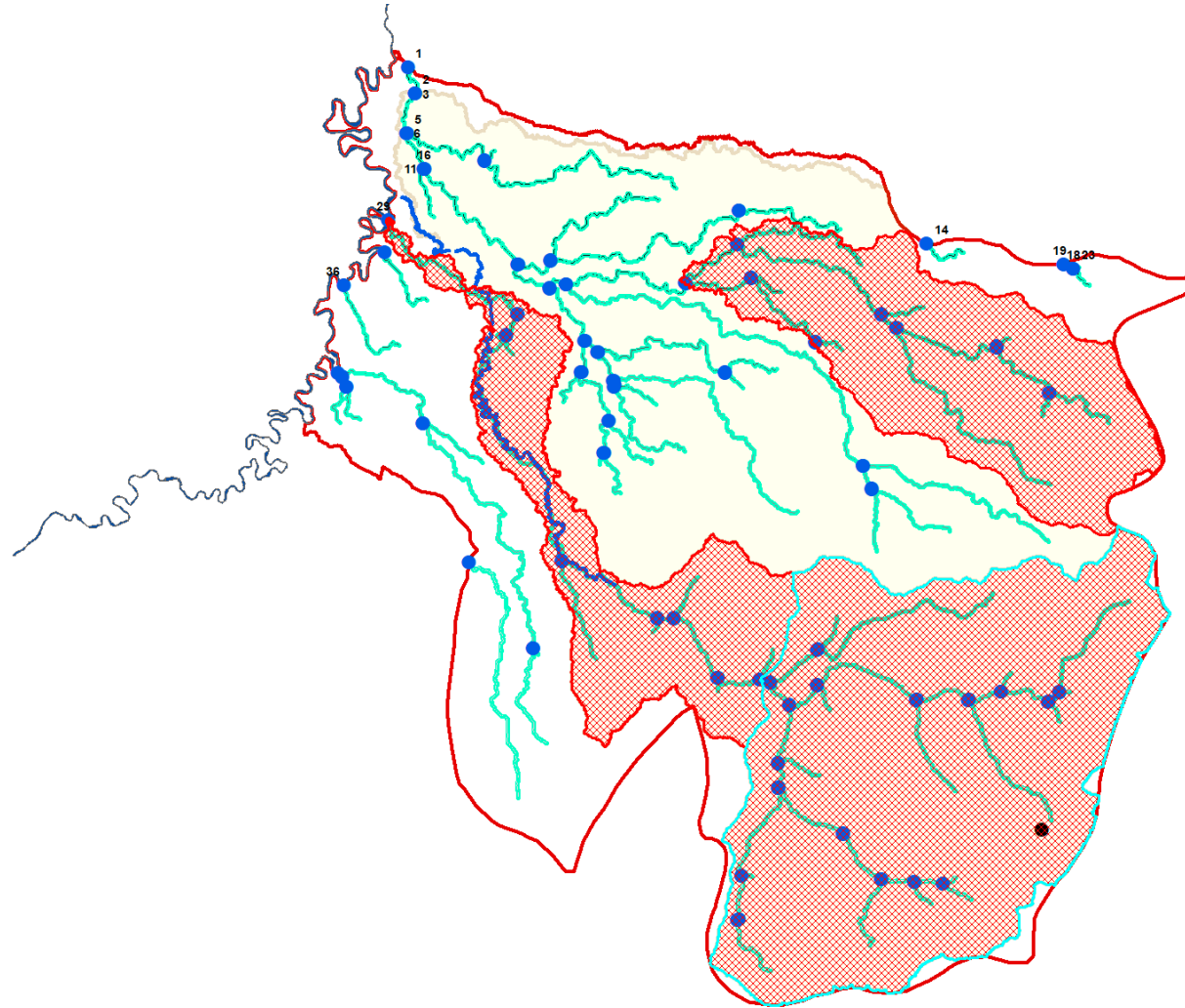




Generación área de influencia para un punto específico de acumulación de flujo

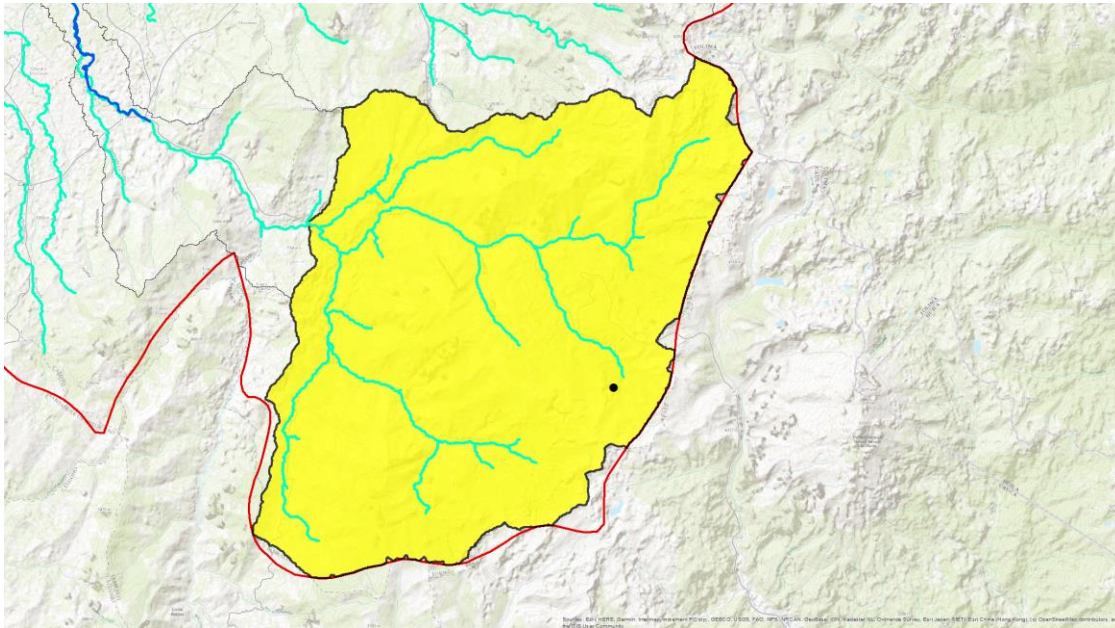


Generación área de influencia para un punto específico de acumulación de flujo



Cálculo de Parámetros de Forma de la cuenca

1. Área y perímetro de la cuenca
2. Longitud del cauce principal
3. Forma de la cuenca
4. Ancho promedio de la cuenca
5. Factor de forma



B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PARÁMETROS FISIOGRAFICOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA			
PARÁMETROS		UNIDAD DE MEDIDA	Cuenca Hidrográfica
Parámetros de forma de la cuenca	Área total de la cuenca	km ²	
	Perímetro de la cuenca	km	
	Longitud de río principal	km	
	Centroides Este X	m	
	Centroides Norte Y	m	
	Ancho promedio de la cuenca	km	#DIV/0!
	Coefficiente de compacidad	-	#DIV/0!
	Factor de forma	-	#DIV/0!
	Radio de Circularidad	km	#DIV/0!

$$A_p = \frac{A}{L}$$

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Tabla 3.1 Unidades hidrográficas y rangos

Unidad hidrográfica	Área (km ²)	Nº de orden del río
Microcuenca (pequeña)	10 - 100	1º, 2º ó 3º
Subcuenca (mediana)	100 - 700	4º ó 5º
Cuenca (grande)	700 - 6000	6º a más

Fuente: DSMC-DGASI / Lima, 1983 - Metodología de Priorización de Cuencas.

Rango	Forma
1,00 - 1,25	Redonda a oval redonda (compacta).
1,25 - 1,50	Oval redonda a oval oblonga.
1,50 - 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga.
> 1,75	Casi rectangular (alargada).

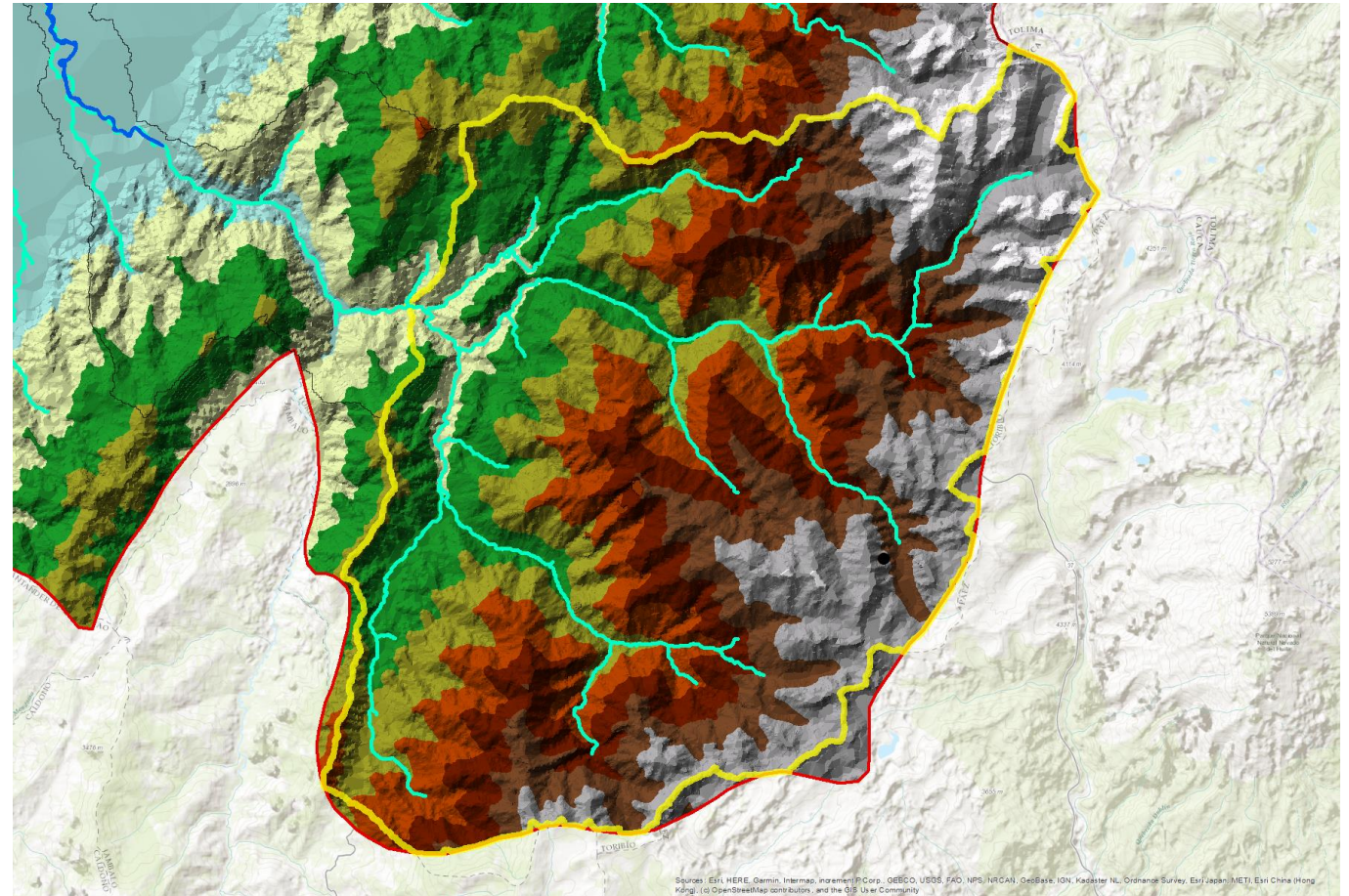
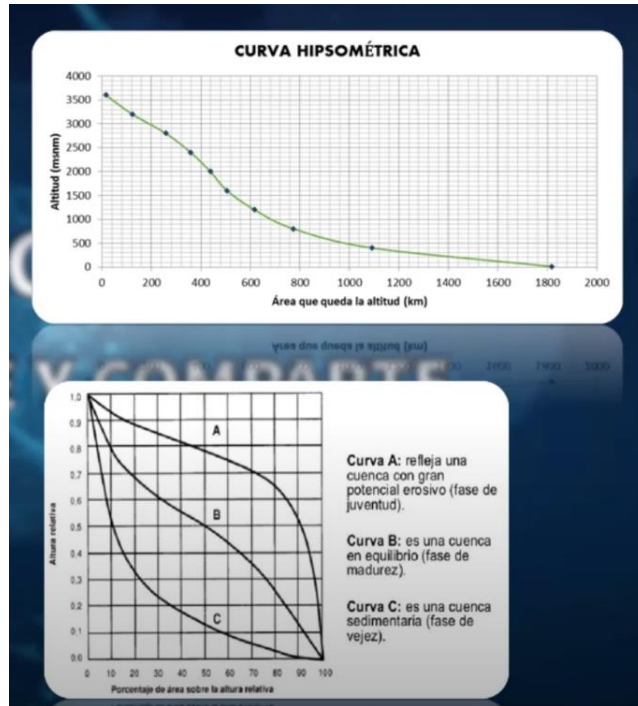
Tabla 1-1. Rangos aproximados del Factor de Forma

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

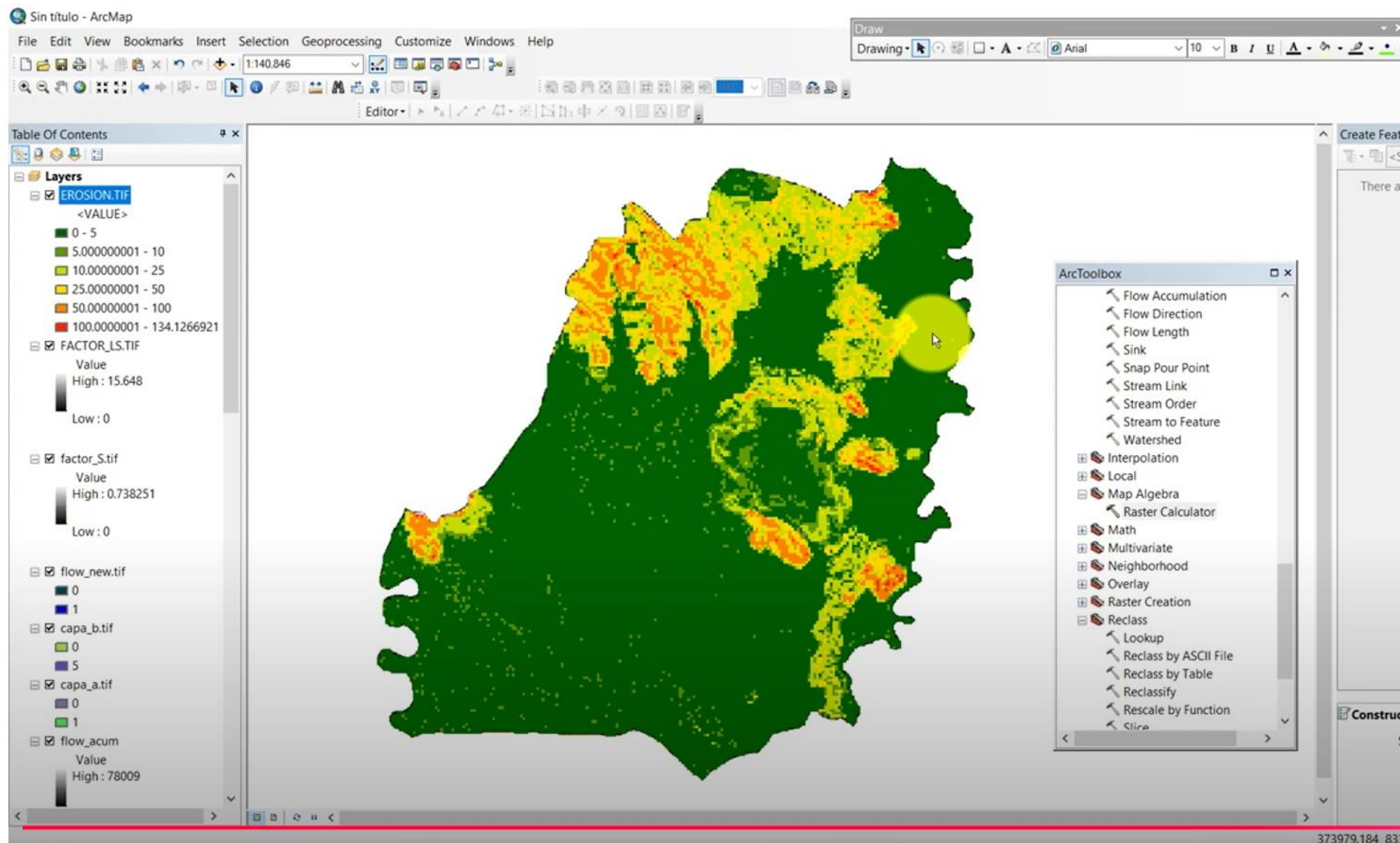
Fuente: Pérez, 1979

Cálculo de Parámetros de Altitud de la cuenca

1. Altitud media de la cuenca
2. Curva Hipsométrica
3. Polígono Frecuencia Altitudes



Cálculo de la Perdida de Suelo (t/año) a partir de la ecuación universal de USLE



RESUMEN DE SERVICIOS DE SIG DE IMÁGENES SATELITALES EN LA CONSERVACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- 1. Análisis Hidrológico y Modelado de Cuencas**
- 2. Gestión y Monitoreo de Recursos Ambientales**
- 3. Evaluación del Uso del Suelo y Cobertura Vegetal**
- 4. Gestión del Riesgo y Prevención de Desastres**
- 5. Planificación y Ordenamiento Territorial**
- 6. Integración con Sensores Remotos y Drones**
- 7. Soporte para la Toma de Decisiones y Participación Comunitaria**

GRACIAS



NELSON VASQUEZ BAUTISTA
Ingeniero Agrícola M.Sc.
Gerente General
4D&M S.A.S.
Especialista en Sistemas de Información
Geográfica y Agricultura de Precisión
Cel : +57-3116302596
Fijo : +57(2)3072773
Email : nvaskez@gmail.com
Santiago de Cali – Valle del Cauca
Colombia